

TNO-rapport
TM-96-A020

titel
**Ontwikkeling van instructie-templates
ten behoeve van computer-ondersteund
onderwijs**

TNO Technische Menskunde

APPROVED FOR RELEASE
DISSEMINATION UNLIMITED

19960611 075



TNO-rapport
TM-96-A020

TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

titel

Ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs

auteurs

M.P.W. van Berlo
D.M.L. Verstegen
F. Korving

datum

18 april 1996

DTIC QUALITY INSPECTED 3

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

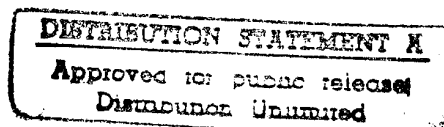
Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1996 TNO

aantal pagina's

: 46

(incl. bijlagen,
excl. distributielijst)



REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0154	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A020
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 788.3	5. CONTRACT NUMBER A94/KL/333	6. REPORT DATE 18 April 1996
7. NUMBER OF PAGES 46	8. NUMBER OF REFERENCES 25	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Interim

10. TITLE AND SUBTITLE

Ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs
(Development of templates for computer-based training)

11. AUTHOR(S)

M.P.W. van Berlo, D.M.L. Verstegen and F. Korving

12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)

TNO Human Factors Research Institute
Kampweg 5
3769 DE SOESTERBERG

13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)

Director of Army Research and Development
Van der Burchlaan 31
2597 PC DEN HAAG

14. SUPPLEMENTARY NOTES

15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE)

This study reports the development of templates for computer-based training (CBT). A template is a general instructional shell that is applicable at the level of one single learning objective. Because a template has a precise architecture, it can be easily implemented into a computer-based tool for the instructional developer. In this way the uniformity of instructional design within the Royal Netherlands Army (RNLA) can be supported. Besides, the developmental process can be passed through in a more efficient way. Based upon a taxonomy of learning objectives (Van Berlo & Verstegen, 1995) for the cognitive learning objectives several different types of templates have been designed. The first type of template is a fixed one, the second template is adaptive to the responses of the student, the third template contains characteristics of learner control, and, finally, the fourth templates comprises features of both adaptivity and learner control. This last type more or less resembles "discovery learning".

Experimental testing of these different models of instructional design will result in findings regarding the effectiveness (do students master the learning objectives, what is the retention of the learned knowledge and skills) and efficiency (time used for instruction). Following the experimental research specific guidelines for instructional design will be presented, as well as, based upon these guidelines, functional specifications for the GOOS-tool.

16. DESCRIPTORS

IDENTIFIERS

Computer-Based Training
Instructional Design
Instructional Systems Development
Template
Tool

17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)

17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)

17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)

18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT

Unlimited availability

17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel : Ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs
auteurs : Drs. M.P.W. van Berlo, drs. D.M.L. Verstegen en drs. F. Korving
datum : 18 april 1996
opdrachtnr. : A94/KL/333
IWP-nr. : 788.3
rapportnr. : TM-96-A020

De Koninklijke Landmacht (KL) is de laatste jaren herhaaldelijk geconfronteerd met forse bezuinigingen en personeelsreducties. Deze ontwikkeling heeft belangrijke implicaties voor de opleidingssituatie binnen de KL. Er moet worden opgeleid voor meer taken, in minder tijd en met behulp van minder instructeurs. Daardoor is grote behoefte aan effectieve en efficiënte opleidingen die minder instructeur-ondersteund zijn dan voorheen het geval was. Een van de mogelijkheden om dit te bereiken is de inzet van geavanceerde onderwijsleermiddelen, zoals bijvoorbeeld computer-ondersteund onderwijs (COO). De bestaande systematiek voor opleidingsontwikkeling, die vooral is gericht op het in klasseverband doceren, is niet voldoende uitgewerkt voor de ontwikkeling van COO. TNO Technische Menskunde (TNO-TM) heeft, in samenwerking met staf COKL, deze systematiek geactualiseerd; dit is de Geïntegreerde Opleidings Ontwikkel Systematiek (GOOS) (Van Berlo & Riemersma, 1995; Krol, 1994).

In dit rapport wordt de ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs besproken. Een van de moeilijkheden bij het ontwerpen van COO is de keuze van een adequate instructiestrategie en de concrete uitwerking daarvan. Een template is een standaard instructie-model dat reeds is uitgewerkt en toepasbaar is op het niveau van het enkele leerdoel. Een template bestaat uit enkele vaste onderdelen (het is immers een algemeen instructie-model) en kan daarom makkelijk in een computer-ondersteunde tool ingebouwd worden. Op deze wijze kan de uniformiteit van het instructie-ontwerp, vooral van belang bij een omvangrijke en complexe organisatie als de KL, gewaarborgd blijven. Bovendien kan het ontwikkelproces van COO efficiënter verlopen.

Op basis van een eerder beschreven indeling van leerdoelen (Van Berlo & Verstegen, 1995) zijn voor de categorie van cognitieve leerdoelen verschillende templates ontworpen. Gekozen wordt om, afhankelijk van het type leerdoel (feiten, concepten, procedures, principes), drie à vier templates te ontwikkelen. Door een klein aantal systematisch en voldoende van elkaar afwijkende templates per type leerdoel te ontwikkelen en te toetsen, is het mogelijk een eerste (empirisch gefundeerde) uitspraak te doen over de effectiviteit en efficiëntie van instructiestrategieën. Een eerste template is als vrij star (op alle dimensies) te omschrijven, een tweede template is zo adaptief mogelijk gemaakt, een derde template omvat zoveel mogelijk leerlingcontrole, en een vierde template tenslotte bevat elementen van zowel adaptiviteit als leerlingcontrole. Deze laatste variant heeft dan de meeste verwantschap met ontdekkend leren.

Toekomstige experimentele toetsing van de verschillende instructiemodellen moet resulteren in uitspraken over de effectiviteit (worden de leerdoelen gehaald, wordt de verworven kennis/vaardigheid toegepast in een taakconforme toetsopgave, wordt de leerstof goed onthouden) en de efficiëntie (de minste leertijd, feitelijk gebruik van de template-mogelijkheden). Na deze toetsing is het mogelijk meer specifieke richtlijnen te geven voor het instructie-ontwerp en, op basis hiervan, functionele specificaties op te stellen voor de GOOS-tool.

titel : Ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs
auteurs : Drs. M.P.W. van Berlo, drs. D.M.L. Verstegen en drs. F. Korving
datum : 18 april 1996
opdrachtnr. : A94/KL/333
IWP-nr. : 788.3
rapportnr. : TM-96-A020

De Koninklijke Landmacht (KL) is de laatste jaren herhaaldelijk geconfronteerd met forse bezuinigingen en personeelsreducties. Deze ontwikkeling heeft belangrijke implicaties voor de opleidingssituatie binnen de KL. Er moet worden opgeleid voor meer taken, in minder tijd en met behulp van minder instructeurs. Daardoor is grote behoefte aan effectieve en efficiënte opleidingen die minder instructeur-ondersteund zijn dan voorheen het geval was. Een van de mogelijkheden om dit te bereiken is de inzet van geavanceerde onderwijsleermiddelen, zoals bijvoorbeeld computer-ondersteund onderwijs (COO). De bestaande systematiek voor opleidingsontwikkeling, die vooral is gericht op het in klasverband doceren, is niet voldoende uitgewerkt voor de ontwikkeling van COO. TNO Technische Menskunde (TNO-TM) heeft, in samenwerking met staf COKL, deze systematiek geactualiseerd; dit is de Geïntegreerde Opleidings Ontwikkel Systematiek (GOOS) (Van Berlo & Riemersma, 1995; Krol, 1994).

In dit rapport wordt de ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs besproken. Een van de moeilijkheden bij het ontwerpen van COO is de keuze van een adequate instructiestrategie en de concrete uitwerking daarvan. Een template is een standaard instructie-model dat reeds is uitgewerkt en toepasbaar is op het niveau van het enkele leerdoel. Een template bestaat uit enkele vaste onderdelen (het is immers een algemeen instructie-model) en kan daarom makkelijk in een computer-ondersteunde tool ingebouwd worden. Op deze wijze kan de uniformiteit van het instructie-ontwerp, vooral van belang bij een omvangrijke en complexe organisatie als de KL, gewaarborgd blijven. Bovendien kan het ontwikkelproces van COO efficiënter verlopen.

Op basis van een eerder beschreven indeling van leerdoelen (Van Berlo & Verstegen, 1995) zijn voor de categorie van cognitieve leerdoelen verschillende templates ontworpen. Gekozen wordt om, afhankelijk van het type leerdoel (feiten, concepten, procedures, principes), drie à vier templates te ontwikkelen. Door een klein aantal systematisch en voldoende van elkaar afwijkende templates per type leerdoel te ontwikkelen en te toetsen, is het mogelijk een eerste (empirisch gefundeerde) uitspraak te doen over de effectiviteit en efficiëntie van instructiestrategieën. Een eerste template is als vrij star (op alle dimensies) te omschrijven, een tweede template is zo adaptief mogelijk gemaakt, een derde template omvat zoveel mogelijk leerlingcontrole, en een vierde template tenslotte bevat elementen van zowel adaptiviteit als leerlingcontrole. Deze laatste variant heeft dan de meeste verwantschap met ontdekkend leren.

Toekomstige experimentele toetsing van de verschillende instructiemodellen moet resulteren in uitspraken over de effectiviteit (worden de leerdoelen gehaald, wordt de verworven kennis/vaardigheid toegepast in een taakconforme toetsopgave, wordt de leerstof goed onthouden) en de efficiëntie (de minste leertijd, feitelijk gebruik van de template-mogelijkheden). Na deze toetsing is het mogelijk meer specifieke richtlijnen te geven voor het instructie-ontwerp en, op basis hiervan, functionele specificaties op te stellen voor de GOOS-tool.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
1.1 Veranderende opleidingssituatie	7
1.2 De GOOS-systematiek	8
1.3 Vraag aan TNO-TM	8
2 CLASSIFICEREN VAN LEERDOELEN	9
2.1 Perceptief-motorische doelen	10
2.2 Vormingsdoelen	10
2.3 Cognitieve doelen	11
3 ONTWERPEN VAN INSTRUCTIE	13
3.1 Structuur van een les	13
3.2 Opbouw van instructie	14
4 ONTWIKKELING VAN DE TEMPLATES	17
4.1 Omschrijving	17
4.2 Dimensies	17
4.3 Parameters	19
5 BESCHRIJVING VAN DE TEMPLATES	23
5.1 Feiten	23
5.2 Concepten	27
5.3 Procedures	33
5.4 Principes	39
6 VERVOLG	44
REFERENTIES	45

Rapport nr.: TM-96-A020

Titel: Ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs

Auteurs: Drs. M.P.W. van Berlo, drs. D.M.L. Verstegen en drs. F. Korving

Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd.: Vaardigheden

Datum: april 1996

DO Opdrachtnummer: A94/KL/333

Nummer in MLTP: 788.3

SAMENVATTING

In dit rapport wordt de ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs besproken. Een template is een standaard instructie-model dat reeds is uitgewerkt en toepasbaar is op het niveau van het enkele leerdoel. Omdat een template uit enkele vaste onderdelen bestaat (het is immers een algemeen instructie-model) kan het makkelijk in een computer-ondersteunde tool ingebouwd worden. Op deze wijze kan de uniformiteit van het instructie-ontwerp, wat vooral van belang is bij een omvangrijke en complexe organisatie als de KL, gewaarborgd blijven. Bovendien kan het ontwikkelproces van COO efficiënter verlopen. Op basis van een eerder beschreven indeling van leerdoelen (Van Berlo & Verstegen, 1995) zijn voor de categorie van cognitieve leerdoelen verschillende templates ontworpen. Een eerste template is als vrij star te omschrijven, een tweede template is zo adaptief mogelijk gemaakt, een derde template omvat zoveel mogelijk leerlingcontrole, en een vierde template tenslotte bevat elementen van zowel adaptiviteit als leerlingcontrole. Deze laatste variant heeft dan de meeste verwantschap met ontdekkend leren.

Toekomstige experimentele toetsing van de verschillende instructiemodellen moet resulteren in uitspraken over de effectiviteit (worden de leerdoelen gehaald, wordt de verworven kennis/vaardigheid toegepast in een taakconforme toetsopgave, wordt de leerstof goed onthouden) en de efficiëntie (de minste leertijd, feitelijk gebruik van de template-mogelijkheden). Na deze toetsing is het mogelijk meer specifieke richtlijnen te geven voor het instructie-ontwerp en, op basis hiervan, functionele specificaties op te stellen voor de GOOS-tool.

Development of templates for computer-based training

M.P.W. van Berlo, D.M.L. Verstegen and F. Korving

SUMMARY

This study reports the development of templates for computer-based training (CBT). A template is a general instructional shell that is applicable at the level of one single learning objective. Because a template has a precise architecture, it can be easily implemented into a computer-based tool for the instructional developer. In this way the uniformity of instructional design within the Royal Netherlands Army (RNLA) can be supported. Besides, the developmental process can be passed through in a more efficient way. Based upon a taxonomy of learning objectives (Van Berlo & Verstegen, 1995) for the cognitive learning objectives several different types of templates have been designed. The first type of template is a fixed one, the second template is adaptive to the responses of the student, the third template contains characteristics of learner control, and, finally, the fourth templates comprises features of both adaptivity and learner control. This last type more or less resembles "discovery learning".

Experimental testing of these different models of instructional design will result in findings regarding the effectiveness (do students master the learning objectives, what is the retention of the learned knowledge and skills) and efficiency (time used for instruction). Following the experimental research specific guidelines for instructional design will be presented, as well as, based upon these guidelines, functional specifications for the GOOS-tool.

1 INLEIDING

In § 1.1 wordt een korte beschrijving gegeven van de veranderende opleidingssituatie en de redenen waarom de traditionele systematiek voor opleidingsontwikkeling niet meer volledig dekkend is. Dit wordt gevolgd door een beknopte bespreking van de GOOS-systematiek (§ 1.2). In § 1.3 wordt aangegeven wat de vraag aan TNO-TM is.

1.1 Veranderende opleidingssituatie

De opleidingssituatie binnen de Koninklijke Landmacht (KL) is sterk aan verandering onderhevig. Ten eerste moet er voor steeds meer taken in gevarieerder omstandigheden worden opgeleid. Hiervoor is echter steeds minder tijd beschikbaar. Bovendien zullen in toenemende mate geavanceerde onderwijsleermiddelen, zoals computer-ondersteund onderwijs (COO) en simulatoren, worden ingezet. Tenslotte wordt de inhoudelijke inbreng van het COKL (Commando Opleidingen Koninklijke Landmacht) in de functie-opleidingen geleidelijk aan minder, en wordt de verantwoordelijkheid hiervoor gedecentraliseerd naar de opleidingscentra (OCa) zelf. De ontwikkeling van GOOS (Geïntegreerd Opleidings Ontwikkel Systeem) moet voorzien in de toekomstige behoefte van de Opleidingscentra (OCa) om zelfstandig en volgens een uniforme systematiek verschillende vormen van opleidingen, waaronder COO, te kunnen ontwikkelen. Het ontwerpen en toetsen van instructie-templates valt binnen de verdere ontwikkeling van GOOS.

De traditionele systematiek voor opleidingsontwikkeling binnen de KL is vooral gericht op het klassikaal onderwijs. Een syllabus met alle leerdoelen van de betreffende opleiding wordt hierbij als uitgangspunt gebruikt. Het opleidingsontwikkeltraject begint met het analyseren van de functie in termen van taken en deeltaken, en de daarmee verbonden voorwaardelijke kennis en vaardigheden (Didactische Functie Analyse, of DFA). Deze kennis en vaardigheden worden geoperationaliseerd in leerdoelen. De opleidingsontwikkelaar specificeert vervolgens in welke volgorde de leerdoelen behandeld moeten worden, de didactische werkvormen en de benodigde onderwijsleermiddelen: dit wordt vastgelegd in de syllabus. De docent gebruikt de syllabus als leidraad bij het organiseren en uitvoeren van de opleiding. Het organiseren van de opleiding houdt in het samenstellen van het lesrooster, en het regelen van ruimte, middelen, vervoer en andere logistieke zaken. Het uitvoeren van de opleiding betekent dat de docent de richtlijnen in de syllabus volgt en de lesstof aanbiedt aan de cursisten. Tijdens het evalueren van de opleiding tenslotte worden de resultaten van de opleiding vastgesteld.

Een probleem is dat deze systematiek voor opleidingsontwikkeling niet geheel voldoet voor de nieuwe situatie van de KL (Van Berlo & Riemersma, 1995; Van Ree, 1993). Ten eerste is de traditionele systematiek functionaris-gericht, in plaats van dat het gericht is op de grotere eenheid (systeem) waarbinnen de functionaris zijn taken moet verrichten. Het gevaar is reëel dat de precieze voorwaarden en normen voor de taakuitvoering op deze wijze onvoldoende gedefinieerd worden, en dat niet relevante leerdoelen onderwerp van instructie kunnen zijn. Een tweede punt van overweging is de focus op het klassikale onderwijs. Meer dan tien jaar geleden was dit de meest voorkomende vorm van instructie. De laatste jaren

echter worden steeds meer technologisch geavanceerde leermiddelen ingezet. Allerlei vormen van COO en trainingssimulators worden ingevoerd in steeds meer opleidingen. Ook binnen de KL heeft men de waarde van dergelijke leermiddelen onderkend en gekozen voor een bredere inzet van deze hulpmiddelen bij de vormgeving van haar eigen opleidingen.

Een derde probleem tenslotte is dat opleidingsontwikkelaars onvoldoende ondersteund worden bij het uitvoeren van hun werkzaamheden. De richtlijnen zijn vaak globaal of onduidelijk, en de eisen die aan het produkt (de opleiding) worden gesteld zijn niet altijd helder geformuleerd. Als gevolg hiervan gaven verschillende opleidingsontwikkelaars een eigen invulling aan de ontwikkelsystematiek, en varieerde de efficiëntie van het ontwikkelproces.

1.2 De GOOS-systematiek

De traditionele systematiek voor opleidingsontwikkeling is daarom geactualiseerd en aangepast aan de nieuwe situatie. Deze GOOS-systematiek is in onderlinge samenwerking ontwikkeld door staf COKL, het OpleidingsCentrum Didactiek en Militair Leiderschap (OCDML), TNO Technische Menskunde (TNO-TM) en TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium (TNO-FEL). Om te zorgen dat de opleidingsontwikkeling effectief en efficiënt, en op een uniforme wijze verloopt, is gekozen voor het ontwikkelen van een computer-ondersteund tool (Van der Arend, Van Berlo, Van 't Klooster & Riemersma, 1994). Een eerste versie van de GOOS-tool is in 1995 op elk opleidingscentrum geïnstalleerd.

De GOOS-systematiek bestaat uit drie fasen (Krol, 1994): een *analysefase* die uitmondt in de formulering van de leerdoelen, een *ontwerpfase* waarin opleidingen, (geavanceerde) leeromgevingen en middelen worden gespecificeerd, en een *realisatiefase* waarin de opleiding daadwerkelijk wordt gerealiseerd en geïmplementeerd.

De analysefase bestaat uit verschillende analyses die achtereenvolgens moeten worden uitgevoerd, namelijk missie-, taak-, doelgroep-, en trainingsanalyse. Deze fase is reeds uitvoerig beschreven in Van Berlo en Riemersma (1995). De input voor de ontwerpfase zijn de leerdoelen die volgen uit de trainingsanalyse. Deze leerdoelen worden geclassificeerd met behulp van een leerdoelentaxonomie, waarna ze worden toegewezen aan een leeromgeving. Per leerdoel is het mogelijk om een instructietactiek te bepalen. Het leertraject wordt vervolgens verder gespecificeerd door het sequentiëren en clusteren van leerdoelen, het formuleren van een didactisch model, het ontwikkelen van instructie-scenario's, en (in het geval van COO) het ontwikkelen en evalueren van prototypen. Richtlijnen voor het volgen van het ontwerptraject worden gegeven in Van Berlo en Verstegen (1995).

1.3 Vraag aan TNO-TM

Door staf COKL is TNO-TM gevraagd de GOOS-systematiek in richtlijnen vast te leggen, en functionele specificaties op te stellen voor de GOOS-tool. Voor de ontwerpfase moeten

deze richtlijnen verder gespecificeerd worden. Met betrekking tot COO is nog niet eenduidig vastgesteld welke instructie-strategieën geschikt zijn voor welk type leerdoel, rekening houdend met de doelgroep. In de literatuur worden wel aanwijzingen gegeven voor onderwijsontwikkeling op micro-niveau. Problemen zijn echter dat deze aanwijzingen niet of nauwelijks zijn onderbouwd met experimenteel onderzoek, dat de auteurs elkaar tegen spreken, en dat de aanwijzingen vaak niet specifiek genoeg zijn om direct toegepast te kunnen worden (Muraida & Spector, 1993; Wetzel, 1993; Pirolli, 1991; Duchastel, 1990; Gustafson & Reeves, 1990; Straetmans, 1989).

Bijvoorbeeld: is leerlingcontrole over de oefeningen en aan de leerling aangepaste feedback nu wel of niet geschikt wanneer men een procedure wil aanleren. Het inbouwen van dergelijke geavanceerde instructie-technieken is arbeidsintensief, terwijl niet bij voorbaat vaststaat of het daadwerkelijk kosten-effectief is. De keuze voor een instructie-strategie wordt tevens beïnvloed door de wijze waarop de leerling de kennis in de praktijk gaat toepassen: wellicht is het slechts de bedoeling de leerling kennis te laten nemen van de procedure, zonder dat hij het ooit zelf hoeft uit te voeren.

De vraag aan TNO-TM is om vast te stellen welke instructiestrategieën het meest geschikt zijn voor cognitieve leerdoelen die in een COO-leeromgeving worden aangeleerd. Dit onderzoek valt uiteen in twee delen. Eerst worden per leerdoel verschillende templates ontwikkeld die vervolgens experimenteel getoetst zullen worden. Dit rapport richt zich op het eerste deel: de ontwikkeling van de instructie-templates. Over de experimentele toetsing zal separaat worden gerapporteerd.

In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de (cognitieve) leerdoelen volgens de indeling van de GOOS-systematiek. In hoofdstuk 3 wordt besproken uit welke onderdelen de instructie is opgebouwd en welke variabelen daarbij een rol spelen. In hoofdstuk 4 wordt de ontwikkeling van de templates toegelicht. In hoofdstuk 5 worden per type cognitief leerdoel de verschillende varianten van de templates beschreven. In hoofdstuk 6 tenslotte wordt afgesloten met enkele punten voor het vervolg van dit onderzoek.

2 CLASSIFICEREN VAN LEERDOELEN

Het is een bekend gegeven dat niet elk leerdoel op dezelfde manier geleerd wordt (Gagné, 1985; Merrill, 1983). Aan de verwerving van verschillende leerdoelen liggen verschillende leermechanismen ten grondslag. Een leerdoelenstructuur is een hulpmiddel om per type leerdoel vast te stellen wat de meest geschikte instructietactiek(en) is (zijn). Een leerdoelenstructuur is een zo nauwkeurig mogelijk omschreven indeling van typen leerdoelen. De indeling van de leerdoelen in zo'n structuur geeft een voor de opleidingsontwikkelaar overzichtelijke weergave van de kennis en vaardigheden die een leerling wordt verwacht te beheersen na het volgen van de opleiding. De voorgestelde leerdoelenstructuur bestaat globaal gezien uit drie hoofdcategorieën, namelijk perceptief-motorische leerdoelen, vormingsdoelen, en cognitieve leerdoelen. Hieronder volgt per paragraaf (2.1, 2.2 en 2.3) een korte bespreking van de hoofdcategorieën plus de onderverdelingen die worden

gehanteerd. Voor een uitgebreider beschrijving wordt verwezen naar Van Berlo en Verstegen (1995).

2.1 Perceptief-motorische doelen

De *perceptief-motorische doelen* hebben primair betrekking op de waarnemings- en handlingsvaardigheden van een functionaris. Er wordt met andere woorden voornamelijk een beroep gedaan op de zintuigen of motoriek. Hieronder vallen het uitvoeren van (complexe) psycho-motorische vaardigheden, het kunnen onderscheiden van een gecamoufleerd voertuig, het bepalen van de richting van een geluid, of het uithoudingsvermogen.

I **Waarnemingsvaardigheden**, zoals discrimineren/onderscheiden, visueel of auditief zoeken.

Bijvoorbeeld: objecten in een warmtebeeld kunnen vinden, reflecties van objecten in sonargeluid kunnen onderscheiden.

II **Psycho-motorische vaardigheden:**

II-1 Uitvoeren van reflexen, ketens, en complexe vaardigheden.

II-2 Uithoudingsvermogen, behendigheid.

Bijvoorbeeld: na een NBC-alarm direct het gasmasker pakken (reflex); het (de)monteren van een UZI-machinepistool (keten); binnen 30 seconden twee bewegende doelen kunnen bevuren met een Leopard-2 tank (complexe psycho-motorische vaardigheid); het te voet verplaatsen over een grote afstand (uithoudingsvermogen).

2.2 Vormingsdoelen

Met *vormingsdoelen* worden aspecten bedoeld die betrekking hebben op de attitude van de functionaris. Vooral binnen leidinggevende functies is dit essentieel. Maar ook op andere niveaus is een juiste attitude van belang, bijvoorbeeld het opvangen van elkaars fouten, of het zelf kunnen nemen van verantwoordelijkheid. Essentieel is dat vormingsdoelen niet als iets afzonderlijks worden beschouwd. Vormingsdoelen zijn nooit doelen die op zich zelf staan, maar die altijd binnen taakuitvoeringssituaties worden nagestreefd. Deze categorie is op de volgende manier onder te verdelen:

I **Doelgerichtheid:** het uiteindelijke doel van de taakuitvoering niet uit het oog verliezen, maar ook flexibel kunnen zijn en het gedrag kunnen aanpassen aan de precieze taakvereisten en omgevingsvariabelen.

Bijvoorbeeld: het op een juiste wijze gebruiken van materieel; op een ordelijke wijze het werk verrichten.

II **Verantwoordelijkheid:** intrinsieke motivatie als drijfveer voor het handelen laten gelden in plaats van iets doen enkel en alleen omdat het is opgedragen, niet direct het bijtje er bij neer gooien.

Bijvoorbeeld: ook zonder toezicht of controle dagelijks onderhoud aan voertuig of wapen plegen; bij tegenslagen tijdens de taakuitvoering eerst zelf proberen de taak tot een goed einde te brengen.

III **Samenwerking:** zorgen voor een goede communicatie met anderen, het opvangen van elkaars fouten binnen een team.

Bijvoorbeeld: opvangen van fouten/beperkingen van anderen; op tijd en duidelijk informatie doorgeven.

2.3 Cognitieve doelen

De *cognitieve doelen* hebben primair betrekking op mentale activiteiten die een functionaris uitvoert. Deze kunnen heel divers zijn en variëren van het kennen van rangonderscheidings-tekens tot het kunnen storingzoeken, en van het identificeren van pantservoertuigen door een warmtebeeldkijker tot het opstellen van een gevechtsplan. Omdat cognitieve doelen zeer verschillend van aard zijn, is hier een verdere onderverdeling gemaakt. Deze hoofdcategorie bestaat uit vier subcategorieën: feiten, concepten, procedures en principes. Afhankelijk van de taakuitvoering in de praktijk kan elk type leerdoel op verschillende niveaus worden aangeleerd. Deze niveaus van uitvoering zijn herinneren, gebruiken, en vinden. Op deze wijze ontstaat een leerdoelenstructuur van cognitieve leerdoelen die in Figuur 1 staat afgebeeld (zie Merrill, 1983).

	categorie	feit	concept	procedure	principe
	herinneren				
niveau	gebruiken				
	vinden				

Fig. 1 leerdoelenstructuur van cognitieve leerdoelen en niveaus van toepassing (Merrill, 1983, p. 286).

Met **herinneren** wordt bedoeld dat de leerling een stukje informatie dat hij heeft geleerd ophaalt uit zijn geheugen. Bijvoorbeeld: weten wat de afkorting "NBC" betekent, weten welke typen mijnen er zijn, weten wat wordt bedoeld met "ongoorloofde afwezigheid", weten wat de symbolen op een stafkaart betekenen. Met **gebruiken** wordt bedoeld dat de leerling de algemene informatie die hij heeft geleerd, toepast op een specifieke probleemsituatie. Bijvoorbeeld: aangeven van de verschillen tussen twee voertuigen, beoordelen of een wiel goed is gewisseld, het uitvoeren van een noodprocedure, het met de auto inhalen van een andere auto, het invullen van een formulier, het opbouwen van het "drie-vaten-systeem". Deze twee niveaus (herinneren en gebruiken) komen overeen met wat Romiszowski (1984) "reproductieve vaardigheden" noemt. Met **vinden** wordt bedoeld dat de leerling een nieuwe oplossing bedenkt voor een nieuw probleem. Hij kan niet volstaan met een standaardoplossing, maar moet een nieuwe oplossing bedenken of een bestaande oplossing aanpassen. Bijvoorbeeld: het bedenken van een computerprogramma om de ziekmeldingen

van het personeel te registreren, het oplossen van een storing in een radarsysteem, het bedenken van een beveiligingsplan voor een militaire lokatie. Dit niveau komt overeen met wat Romiszowski (1984) "productieve vaardigheden" noemt.

- I **Feiten:** Een feit geeft een enkelvoudige relatie aan tussen twee symbolen, een symbool en een object, of een symbool en een gebeurtenis enzovoort. Als de ene helft van zo'n paar wordt aangeboden moet de functionaris weten wat de andere helft van dat paar is. Meestal wordt van een dergelijk paar steeds dezelfde helft gepresenteerd in de praktijk en moet de functionaris weten wat de betekenis daarvan is. *Bijvoorbeeld:* twee sterren duidt een eerste luitenant aan. Maar soms kunnen beide delen van een paar afzonderlijk aangeboden worden en moet de functionaris weten wat van elke helft de betekenis is. *Bijvoorbeeld:* "..." is het morseteken voor een "s" (als ontvanger); maar hij moet ook weten dat een "s" in het morse-alfabet wordt aangeduid met "..." (als zender).

- II **Concepten:** Een concept is een bepaalde klasse van objecten, gebeurtenissen, symbolen of situaties. Het wordt gekenmerkt door een naam voor de klasse en wordt gedefinieerd door gemeenschappelijke karakteristieken (Sime & Leitch, 1992). Een concept kan abstract of concreet zijn. Bij een abstract concept wordt gebruik gemaakt van verbale definities/taal. Het is dus mogelijk een sluitende definitie te geven van het concept. *Bijvoorbeeld:* rangonderscheidingstekens, een gevechtsplan, formele wegcategorieën, pantservoertuigen. Een concreet concept heeft geen verbale definitie. Het verwijst naar reële objecten of situaties. *Bijvoorbeeld:* een stoel, een panter, een door een tankpeloton ingenomen opstelling, persoonlijke hygiëne.

- III **Procedures:** Een procedure is een samenhangend geheel van handelingen die in een bepaalde volgorde worden uitgevoerd om een bepaald doel te bereiken. De essentie van een procedure is het doel ervan (het resultaat), de naam, de verschillende stappen waaruit het bestaat, de volgorde van de stappen, en de beslissingen die tijdens de uitvoering genomen moeten worden. Handelingen kunnen zowel fysieke als mentale acties zijn. Bij fysieke acties gaat het hier over de kennis met betrekking tot de feitelijke uitvoering van de procedure, terwijl bij mentale acties de procedure zelf wordt uitgevoerd. De uitvoering van de fysieke actie/handeling valt onder de hoofdcategorie "perceptief-motorische vaardigheid". Een vaste combinatie van stappen en beslispunten wordt een algoritme genoemd. *Bijvoorbeeld:* weten uit welke stappen het demonteren van een UZI bestaat; het uitrekenen van de baan van een mortiergranaat; bepalen van de adequate noodprocedure die uitgevoerd moet worden in een bepaalde noodsituatie als de standaardprocedure niet toereikend is.

- IV **Principes:** Een principe geeft relaties aan tussen concepten. Deze relatie heeft betrekking op een verandering in het ene en een verandering in het andere (vgl. Sime & Leitch, 1992). Principes kunnen vaak worden aangeduid met regels, die een "als → dan" relatie uitdrukken (hoewel niet alle als→dan regels principes zijn). Er zijn twee soorten van principes, namelijk declaratieve en handelingsgerichte principes. Een declaratief principe heeft betrekking op het kunnen herkennen van (causale) relaties tussen concepten, c.q. op het weten waarom iets gebeurt zoals het gebeurt of zal gebeuren na een bepaalde actie. *Bijvoorbeeld:* metaal zet uit bij stijging van de temperatuur omdat de moleculen gemid-

deld verder van elkaar komen, het warmtebeeld van de omgeving verandert in de loop van de dag omdat ondergrond en vegetatie verschillend opwarmen. Een handelingsgericht principe heeft betrekking op de toepassing van bepaalde regels voor het handelen. Het geeft aan wat de consequenties zijn voor en van het gedrag. Meestal zal een handelingsgericht principe aangeleerd worden in combinatie met een declaratief principe. *Bijvoorbeeld:* de doctrine voor het maken van een gevechtsplan, de systeembenadering voor opleidingsontwerp.

Nadat de opleidingsontwikkelaar de leerdoelen heeft geformuleerd, moeten deze worden geclassificeerd in de leerdoelenstructuur. De mate waarin hierbij geautomatiseerde ondersteuning kan worden geboden door de GOOS-tool, is elders beschreven (Te Paske, 1995). De volgende stap is het per type leerdoel vaststellen van de meest geschikte wijze van instructie. In een eerder rapport (Van Berlo & Verstegen, 1995) worden per (sub)categorie van leerdoelen richtlijnen gegeven voor het ontwerpen van instructie, waarbij rekening wordt gehouden met de gewenste mate van beheersing. Deze richtlijnen zijn vrij algemeen geformuleerd, dat wil zeggen, onafhankelijk van het type leeromgeving waarbinnen een leerdoel wordt aangeleerd.

De behoefte aan ondersteuning van het ontwikkelen van COO-programma's is bij COKL het meest urgent. Leerdoelen die met name geschikt zijn om in een COO-leeromgeving aan te leren, zijn de cognitieve leerdoelen. In dit rapport ligt de nadruk daarom op het ontwerpen van instructie voor dit type leerdoelen binnen een COO-leeromgeving. In het volgende hoofdstuk wordt hier gedetailleerd op ingegaan.

3 ONTWERPEN VAN INSTRUCTIE

In dit hoofdstuk wordt besproken uit welke onderdelen de instructie is opgebouwd en welke variabelen daarbij een rol spelen. In § 3.1 wordt kort de structuur van een les van elke KL-opleiding behandeld. Dit wordt gevolgd door een bespreking van een meer gespecificeerde opbouw van de instructie (§ 3.2).

3.1 Structuur van een les

Elke les binnen de KL bestaat uit drie vaste onderdelen, namelijk het begin, de kern en het eind. In het begin wordt relevante voorkennis geactiveerd en worden de leerdoelen gepresenteerd. In de kern wordt de feitelijke instructie gegeven, afhankelijk van de werkvorm die de docent kiest. Aan het eind van de les wordt getoetst of de leerling de leerdoelen van de les heeft bereikt en wordt aangegeven wat de volgende les behandeld gaat worden. Voor de docent worden richtlijnen gegeven in de vorm van "kerngedragingen" (Cursusmap Instructeur II, 1992).

Om de uniformiteit van de structuur van de vele opleidingen binnen de KL te waarborgen, is het gewenst dat elke opleiding in principe dezelfde opbouw heeft. De richtlijnen over de

wijze waarop aan deze onderdelen inhoud moet worden gegeven, blijven echter vrij globaal. Bovendien zijn ze uitsluitend geschreven voor instructie door een menselijke docent, en nauwelijks toepasbaar voor het ontwerpen van COO.

3.2 Opbouw van instructie

De structuur van de les (begin, kern, eind) kan verder gedetailleerd worden. Het begin van een les bestaat uit het richten van de aandacht van de leerling en het activeren van eventueel eerder verworven kennis/vaardigheden. In de kern van de les wordt de feitelijke instructie gepresenteerd en krijgt de leerling de gelegenheid te oefenen. Aan het einde van de les wordt getoetst of de leerling de leerdoelen heeft gehaald, en wordt het geleerde geconsolideerd. Deze opbouw van de instructie wordt hieronder nader toegelicht.

Begin

– *Aandacht richten:*

Dit onderdeel moet de aandacht van de leerling trekken (novelty), zo mogelijk zijn motivatie op peil brengen door het leerdoel voor hem in een groter, zinvol verband te presenteren of de gevolgen van het niet beheersen te schetsen, en het doel van de komende instructie duidelijk maken. Minimaal moet de leerling over het leerdoel worden geïnformeerd.

– *Activeren van eerder verworven kennis/vaardigheid:*

Voor zover eerder verworven kennis en vaardigheid een voorwaardelijke rol speelt bij het bereiken van het huidige leerdoel is het gewenst deze te activeren door er naar te verwijzen of als herhalingsmoment op te nemen.

Kern

– *Presenteren:*

De essentie van het leerdoel moet consistent met de taakcontext gepresenteerd worden door (multi-mediale) expositie, perfecte uitvoering van de in het leerdoel geformuleerde vaardigheid, etc.

– *Oefenen/toepassen:*

Dit is te zien als de kern van de les waarin het leerproces en de controle erop vooral plaatsvindt. Door hulp, begeleiding, feedback, tutoring, en remediatie wordt de leeractiviteit zodanig gericht, dat het leerdoel aantoonbaar bereikt wordt.

Eind

– *Toetsen:*

Voordat de instructie kan worden afgesloten moet vastgesteld worden of de leerling de leerdoelen daadwerkelijk heeft bereikt, met andere woorden, of hij de kennis en vaardigheden beheerst. Door middel van een toets wordt dit gecontroleerd.

– *Consolideren:*

Het geleerde wordt nog eens herhaald en de transfer en retentie bevordert door aan te geven wanneer het toe te passen en door verder over de context uit te wijden.

Deze opbouw vertoont een zekere gelijkenis met de onderdelen van een les, maar kan wel degelijk ook op het niveau van het enkele leerdoel worden gerealiseerd. De begin- en eindonderdelen verankeren de leeractiviteiten in het gehele leertraject door zowel naar verleden (eerder verworven kennis en vaardigheid) als toekomst (latere leeractiviteiten en taakverrichting) te verwijzen. Hoewel de instructie uit de bovenstaande onderdelen is opgebouwd, hoeven deze niet altijd gevuld te zijn. Bijvoorbeeld, bij een geheel nieuw onderwerp is het activeren van eerder verworven kennis/vaardigheid niet mogelijk. Over het algemeen echter zal elk onderdeel een invulling hebben.

De specifieke invulling van de instructie is afhankelijk van het domein waarop de instructie betrekking heeft, de taak/taken waarop de leerling voorbereid moet worden, de specifieke doelgroep waarvoor de instructie bestemd is, en natuurlijk de leerprincipes c.q. leerpsychologische en onderwijskundige uitgangspunten die worden aangehouden (en moeten worden vastgelegd in een didactisch model) (Van Berlo & Van den Bosch, 1995; Perez & Seidel, 1990; Halff, 1988; Russell, Moran & Jordan, 1988; Reigeluth, Merrill & Bunderson, 1978). De instructie kan gevarieerd worden in uitwerking en invulling langs, onder andere, de volgende dimensies (vgl. de “pedagogical strategies” van Chen, 1995):

– *Uitbreidheid en gevarieerdheid van feitelijke instructie:*

Afhankelijk van de moeilijkheid van het leerdoel kan aan de ene kant met een vrij kale invulling worden volstaan, en kan aan de andere kant een uitgebreide en op zich weer gefaseerde en gevarieerde invulling nodig zijn. Herhaalde presentatie met een opbouw van gesimplificeerd naar realistisch, meerdere vormen van presentatie, presentaties aangevuld met expliciete aandachtsinstructies, gebruik van een leading voorbeeld, etc.

– *Uitbreidheid en gevarieerdheid van oefeningen:*

Samenhangend met de vorige dimensie kunnen ook de oefeningen variëren in uitgebreidheid en gevarieerdheid. Herhaalde en in moeilijkheid toenemende oefening, oefening in deelstappen, variatie in wat er van de leerling gevraagd wordt (b.v. eerst herkenning en later benoeming van een concept) kenmerken deze dimensie.

– *Structuur:*

De lesstof kan op verschillende manieren zijn gestructureerd. De meest genoemde volgorden van de lesstof zijn van specifiek naar algemeen (inductief) of omgekeerd (deductief), en lineair of spiraal; hier is de lesstof vaak in een vaste structuur (begin→kern→eind) vastgelegd. Bij zelfontdekkend leren is er geen vaststaande structuur.

– *Adaptiviteit:*

Adaptiviteit van instructie houdt in dat het niveau van de instructie en de oefeningen is afgestemd op de prestaties van de leerling. Als een gepresenteerde oefening te moeilijk of te makkelijk is gebleken, wordt vervolgens een makkelijker, resp. moeilijker oefening aangeboden. Maar ook aan het einde van een les, bij het toetsen, kan dit principe worden aangehouden (Straetmans, 1995).

– *Hulp/begeleiding:*

De mate waarin de leerling wordt begeleid tijdens zijn leerproces kan nogal verschillen. Hij kan helemaal geen hulp krijgen of slechts eenvoudige hints, maar ook uitgebreider verwijzingen, remediatie, of extra oefeningen.

– *Feedback:*

De aard en frequentie van de feedback kan eveneens gevarieerd worden. De simpelste vorm is de mededeling dat de (re)actie “goed” of “fout” was. In een tweede vorm van feedback kan dit worden uitgebreid met het aangeven van kwantitatieve en/of kwalitatieve aanduidingen. Bij kwalitatieve aanduidingen wordt vermeld waarom een gegeven antwoord goed/fout is; bij kwantitatieve aanduidingen wordt vermeld in welke mate het antwoord goed/fout is. Dit kan ondersteund worden met b.v. beeldmateriaal. De meest uitgebreide vorm van feedback is het geven van remediatie en/of van aanwijzingen aan de leerling wat hij in het vervolg moet doen. Dit laatste kan betrekking hebben op toekomstig taakgedrag (b.v. “Let voortaan op ...”), maar ook op het vervolg van de instructie (b.v. “Volg instructie-onderdeel ...”).

– *Leerlingcontrole:*

Deze wordt meestal op hoog niveau gedefinieerd en vormt dan een randvoorwaarde voor de invulling op template-niveau. Als uitgegaan wordt van onderrichtend leren heeft de leerling weinig controle op het instructie-aanbod. Bijvoorbeeld: de lesstof wordt in een vaste volgorde aangeboden, elke leerling volgt dezelfde route door de instructie, er zijn geen mogelijkheden om onderdelen te herhalen, en er kunnen geen extra lesstof of voorbeelden worden opgevraagd. Als uitgegaan wordt van zelfontdekkend leren heeft de leerling veel controle op het instructie-aanbod. Bijvoorbeeld: er is geen vaste route door de lesstof, de leerling kan zelf beslissen hoeveel tijd hij besteedt aan een bepaald onderwerp, er is aanvullende instructie beschikbaar, de leerling kan zelf bepalen hoe diep hij ingaat op de lesstof, hij kan aangeven of hij (meer) wil oefenen of verder wil gaan met de instructie, en hij kan zelf bepalen waarover hij nog opgaven wil maken. Tussen deze twee uitersten (onderrichtend en zelfontdekkend leren) zijn meerdere varianten mogelijk¹.

Op template-niveau speelt uiteraard ook de vraag naar de mate van leerling-controle. Naar analogie kan hier, gegeven het leerdoel, de leerling veel en weinig vrijheid gegeven worden om (aanvullende) informatie op te vragen, opgaven te beginnen, de volgorde te kiezen en de toets te maken. Bij veel vrijheid zal de “navigatie” van de leerling ondersteund moeten worden.

– *Mate van interactiviteit:*

Dit is voor een deel een gevolg van de gemaakte keuzes op de andere dimensies. Als de leerling bijvoorbeeld zelf de instructie kan variëren, en het programma adaptief is aan de acties van de leerling, en er voldoende mogelijkheden zijn om hulp te vragen, is er sprake van een hogere mate van interactiviteit dan wanneer dat niet mogelijk is.

In het volgende hoofdstuk wordt de ontwikkeling van de verschillende templates toegelicht.

¹ Het is de vraag of zelfontdekkend leren op het niveau van de hele opleiding effectief is. Weliswaar wordt dan overduidelijk de verantwoordelijkheid voor het leerproces en het leerresultaat bij de leerling gelegd, maar tegelijkertijd worden zeer hoge eisen gesteld aan het zelf ook kunnen structureren en controleren van het leerproces (meta-cognitie). Uit de doelgroepanalyse moet blijken of de toekomstige leerlingen hiertoe in staat zijn.

4 ONTWIKKELING VAN DE TEMPLATES

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van de templates per type leerdoel besproken, en toegelicht welke keuzes hierbij zijn gemaakt. Het doel van het ontwikkelen en toetsen van de verschillende templates voor elk type cognitieve leerdoel is antwoord te kunnen geven op de vraag welk type template (instructie-strategie) voor welk type leerdoel het meest effectief en efficiënt is in termen van tijdsduur en gewenst niveau van beheersing. Er moeten dus keuzes gemaakt worden met betrekking tot de dimensies waarop de templates van elkaar verschillen; dit wordt besproken in § 4.2. De specifieke waarden, c.q. parameters die deze dimensies kunnen aannemen is het onderwerp van § 4.3. Er wordt begonnen met een omschrijving van het begrip template (§ 4.1).

4.1 Omschrijving

Een template is een standaard instructie-model dat uitgewerkt en toepasbaar is op het niveau van het enkele leerdoel. Buiten beschouwing blijven dus de opbouw en inrichting van gehele functie-opleidingen, curricula, en modules. Voorzover deze randvoorwaarden zouden opleveren voor de wijze van instructie van het enkele leerdoel, moeten deze wel meegenomen kunnen worden. Er wordt hier voornamelijk van uit gegaan dat de templates uitsluitend geschikt zijn voor computer-ondersteund onderwijs. Omdat een template uit enkele vaste onderdelen bestaat (het is immers een algemeen instructie-model) kan het makkelijk in een computer-ondersteunde tool ingebouwd worden. Op deze wijze kan de uniformiteit van het instructie-ontwerp, wat vooral van belang is bij een omvangrijke en complexe organisatie als de KL, gewaarborgd blijven (vgl. Pirolli, 1991).

4.2 Dimensies

In hoofdstuk 3 is een aantal dimensies besproken waarop instructie kan verschillen. Bij de ontwikkeling van de templates moet rekening worden gehouden met deze dimensies en de diversiteit daarbinnen. Een belangrijke dimensie waarover in de literatuur geen eenduidige uitspraken gedaan zijn, is "leerlingcontrole". Leerlingcontrole wordt geacht zowel de motivatie van de leerling als de retentie van de leerstof te verhogen. Er zijn echter ook aanwijzingen dat het zelf beslissen en controleren van het leerproces (door de leerling tijdens min of meer zelfontdekkend leren) niet altijd gemakkelijk en goed gestructureerd verloopt. Voornamelijk bij moeilijke taken en/of als de doelgroep uit lager geschoolde leerlingen bestaat, is het voorzien in leerlingcontrole niet altijd effectief en efficiënt. Aangezien de KL voornamelijk waarschijnlijk minder hoog opgeleide BBT'ers (Beroeps Bepaalde Tijd) verwacht, zal puur zelfontdekkend leren vermoedelijk geen goede keuze zijn. Maar vanwege mogelijke verschillen in opleidingsniveau van de BBT'ers kan enige mate van leerlingcontrole wellicht toch wenselijk zijn. Een andere dimensie waarover nog enige onduidelijkheid bestaat is "adaptiviteit". De mogelijkheid tot het aanpassen van instructie, oefening en toetsing aan het prestatieniveau van de leerling is een van de grote voordelen van COO. Het inbouwen van adaptiviteit is echter erg moeilijk en arbeidsintensief: het is daarom de vraag of dit altijd haalbaar is op een kosten-effectieve wijze. Bovendien is niet duidelijk of het

mogelijk is hiervoor voorgestructureerde templates te ontwikkelen. "Leerlingcontrole" en "adaptiviteit" zijn twee begrippen die nauw met elkaar verwant zijn. Beide hebben betrekking op de mate waarin het instructieprogramma wordt/is aangepast aan de individuele leerling. Het verschil zit in de bron die dit proces primair bestuurt: bij "leerlingcontrole" is dit de leerling, en bij "adaptiviteit" is dit het programma. Als overkoepelende term wordt daarom het begrip "individualisatie" aangehouden.

Omdat individualisatie vooral betrekking heeft op zowel de structuur van het programma als de uitgebreidheid en gevarieerdheid van instructie en oefeningen, wordt ook met deze dimensies (resp. "structuur" en "inhoud") in het ontwerp van de templates rekening gehouden.

Ook met betrekking tot de aard en de frequentie van feedback bestaat nog onduidelijkheid. Dat er überhaupt feedback moet worden gegeven is evident. Dit geldt echter niet voor de hoeveelheid feedback, de frequentie waarin het moet worden aangeboden en het moment van aanbieden. Daarom wordt de dimensie "feedback" eveneens meegenomen in het onderzoek.

De vier dimensies (structuur, inhoud, feedback en individualisatie) worden hieronder toegelicht.

Structuur: Een les bestaat globaal uit drie hoofdactiviteiten, namelijk het geven van *instructie*, het aanbieden van *oefeningen*, en het *toetsen* of de leerdoelen zijn gehaald (zie § 3.1). Meestal staan die activiteiten in genoemde volgorde, maar hiervan kan afgeweken worden. Bijvoorbeeld: bij een doelgroep met een zeer heterogene voorkennis kan gekozen worden om te beginnen met de toets om te bepalen of iemand de leerdoelen reeds beheerst. Of: als tijdens het oefenen blijkt dat de leerling de instructie niet goed heeft begrepen, kan gekozen worden om opnieuw de instructie aan te bieden, gevolgd door (opnieuw) de oefeningen. Een ander voorbeeld kan zijn dat bepaalde onderdelen van de instructie herhaald kunnen worden voordat de leerling begint met de oefeningen. De structuur van zowel de gehele les als van elke activiteit zou dus gevarieerd kunnen worden. Vooralsnog richt het onderzoek zich overigens slechts op een lineaire lesstructuur.

Inhoud: De exacte inhoud van zowel instructie als oefeningen kan variëren. Voor de instructie kan, bijvoorbeeld, gekozen worden om aanvullende instructie aan te bieden. De oefeningen kunnen voor iedereen dezelfde zijn, maar zouden ook aan de individuele prestaties aangepast kunnen worden. Er wordt niet voorzien in verschillende varianten om te toetsen of de leerling de leerdoelen van de instructie heeft gehaald: deze zal voor elk template dezelfde zijn. Op deze wijze is het mogelijk de templates met elkaar te vergelijken wat betreft effectiviteit.

Feedback: De wijze waarop feedback wordt gegeven kan eveneens variëren. Bijvoorbeeld: de feedback kan voor iedereen dezelfde zijn, maar zou ook aangepast kunnen worden aan de prestaties van de individuele leerling. Ook de hoeveelheid informatie die gepresenteerd wordt hoeft niet vast te staan: deze kan simpelweg bestaan uit de mededeling dat het antwoord fout is, maar zou ook aangevuld kunnen worden met wat het goede antwoord had moeten zijn, en met argumenten waarom het gegeven antwoord fout is (en het juiste alternatief goed is).

Vooralsnog richt het onderzoek zich dus, omwille van de overzichtelijkheid, slechts op de hoeveelheid feedback, en niet op de frequentie en moment van aanbieden.

Individualisatie: Een template kan op de bovengenoemde drie dimensies variëren. De vierde dimensie heeft betrekking op de *mate van individualisatie* van de variaties. Elk template kan verschillen wat betreft de primaire bron die verantwoordelijk is voor de variaties. Er zijn in dit opzicht drie mogelijkheden. De eerste is dat alles van te voren is vastgelegd door de instructeur; de leerling heeft helemaal geen controle op het aanbrengen van variaties in de eerder genoemde dimensies. Op deze wijze ontstaat dus een star template.

De tweede mogelijkheid is dat de leerling de dimensies kan veranderen. Van te voren zijn de verschillende varianten uiteraard vastgelegd, maar de leerling kan zelf bepalen welke variaties hij aangeboden wil krijgen. Zo'n template wordt dus gekenmerkt door een hoge mate van leerlingcontrole.

De derde mogelijkheid is een adaptief template. De verschillende varianten van de dimensies zijn van te voren bepaald door de instructeur, maar deze worden aangeboden afhankelijk van de prestaties, c.q. acties van de leerling. De leerling heeft dus geen directe controle over dit proces, maar kan dit wel beïnvloeden door zijn handelingen. Het programma past zich dan als het ware aan de individuele leerling aan. Er kan daarom gesproken worden van een min of meer adaptief template.

De vierde mogelijkheid is een soort mengvorm van de leerlingcontrole en het adaptieve template. De instructie en oefeningen worden aangepast aan de prestaties van de leerling, maar deze blijft uiteindelijk altijd controle houden over het lesverloop (b.v. wel/niet aangepaste feedback opvragen, wel/niet extra instructie opvragen, wel/niet een bepaald type oefening maken).

Toetsing vindt plaats na het doorlopen van het leertraject. Hier wordt bekeken in hoeverre de leerling het leerdoel beheerst, en kan ook geëvalueerd worden welk type template het meest geschikt/efficiënt is voor welk type leerdoel. Dus in deze opzet dient de toets allereerst om te kijken welk effect het template heeft gehad, en niet zozeer als onderdeel in een leertraject. Voor het opzetten van een leertraject is dit niet de juiste werkwijze. Dan kijkt men eerst naar welk niveau een leerling zou moeten behalen, en ontwikkelt aan de hand daarvan de leerstof. Bovendien maakt een toets integraal deel uit van een opleidingstraject, en kunnen na een onvoldoende score op een toets maatregelen genomen worden. Het gaat hier echter niet om leertraject ontwikkeling maar om een analyse van de effecten die de gevarieerde variabelen hebben op het geleerde. Door de toets niet te variëren (qua inhoud, en plaats in het traject) wordt voorkomen dat de onderzoeksopzet en data-analyse te complex worden, waardoor geen duidelijke conclusies meer getrokken kunnen worden: de mogelijkheid van adaptieve toetsing (zie § 3.2) wordt dus niet geïmplementeerd.

4.3 Parameters

De in de vorige paragraaf beschreven dimensies kunnen in veel verschillende varianten voorkomen. Om de variabiliteit te controleren zijn aan elke dimensie verschillende specifieke waarden, of parameters, toegekend. Deze worden hieronder beschreven. Omdat "individa-

lisatie" een dimensie is waarop de overige dimensies kunnen variëren, wordt deze als eerste besproken.

Individualisatie: De mate waarin de overige drie dimensies gevarieerd worden, wordt op twee niveaus gekozen. Het eerste niveau is dat de controle primair bij het programma ligt (star). Het tweede niveau is dat de overige drie dimensies (geheel of gedeeltelijk) variabel kunnen worden ingevuld. Hierbij zijn twee varianten mogelijk: ofwel de leerling kan dit zelf actief bepalen (leerlingcontrole), ofwel het programma doet dit afhankelijk van de resultaten, c.q. handelingen van de leerling (adaptief).

Parameters:

- a) star (primair door het programma bepaald)
- b) variabel (afhankelijk van acties van de leerling)
 - * leerlingcontrole (actief door de leerling zelf bepaald)
 - * adaptief (door het programma bepaald afhankelijk van de acties van de leerling).

Structuur: De structuur van de les wordt bepaald door zowel de volgorde tussen instructie, oefening en toetsing, als de volgorde binnen het instructie-gedeelte. De structuur kan dus op twee niveaus variëren. Aan beide niveaus kunnen parameters toegekend worden. De volgorde tussen de onderdelen van een les kan vooraf bepaald zijn (star), of direct dan wel indirect door de leerling beïnvloed worden (variabel). De volgorde binnen het instructie-gedeelte kan eveneens star of variabel zijn: herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is òf wel òf niet mogelijk.

Niveaus:

- a) Volgorde tussen onderdelen

Parameters:

- * star (primair door het programma bepaald)
- * variabel (òf actief door de leerling, òf adaptief aan de prestaties).

- b) Volgorde binnen het instructie-gedeelte

Parameters:

- * star (er is geen herhaling mogelijk)
- * variabel (de leerling heeft de mogelijkheid tot herhaling)

Inhoud: De inhoud heeft betrekking op de niveaus instructie en oefening (niet op de toetsing, die immers voor elk template van een leerdoel hetzelfde is). Beide niveaus kunnen zowel star als variabel worden gedefinieerd. Als de instructie variabel is, kan de leerling zelf aangeven of hij extra informatie wil opvragen (leerlingcontrole). Als de oefenfase variabel is, kan de leerling zelf aangeven dat hij meer oefeningen wil maken (leerlingcontrole), of kan dit bepaald worden aan de hand van de prestaties van de leerling, c.q. de handelingen die hij uitvoert (adaptief).

Niveaus:

a) Instructie

Parameters:

- * star (primair door het programma bepaald)
- * variabel (uitbreidbaar/afbreekbaar door de leerling zelf);

b) Oefening

Parameters:

- * star (primair door het programma bepaald)
- * variabel (uitbreidbaar/afbreekbaar door de leerling zelf, of adaptief aan de prestaties).

Feedback: Over elke prestatie van de leerling wordt feedback gegeven. De vraag of er wel of geen feedback wordt gepresenteerd is hier dus niet aan de orde; reeds lange tijd is bekend dat het niet geven van feedback een nadelige invloed heeft op het leren (Thorndike, aangehaald in Adams, 1987). De uitgebreidheid van de feedback kan echter wel variëren. Er kan volstaan worden met de mededeling dat het antwoord goed dan wel fout is. Uit eerder onderzoek is echter gebleken dat dit niet effectief is. In geval van een fout antwoord moet dit uitgebreid worden met wat het goede antwoord had moeten zijn. Een tweede variant is dat de feedback (op het foute en goede antwoord) wordt uitgebreid met een standaard uitleg over de achterliggende argumentatie. De derde variant tenslotte voorziet in een op het specifiek gegeven antwoord toegesneden uitleg.

Aanvullende feedback kan dus standaard-informatie bevatten, of adaptief aan het specifieke antwoord zijn. Deze verschillende niveaus kunnen van te voren zijn vastgelegd (star) of variabel (leerlingcontrole) zijn. Als het star is, wordt de aanvullende feedback automatisch aangeboden. Als het variabel is, kan de leerling zelf bepalen of hij het al dan niet opvraagt.

Niveaus:

a) Goed/fout, plus goede antwoord

Parameters:

- * star (vooraf bepaald door het programma);

b) Goed/fout, plus goede antwoord, plus standaard uitleg

Parameters:

- * star (vooraf bepaald door het programma, en wordt automatisch aangeboden)
- * variabel (feedback kan door de leerling zelf worden uitgebreid naar dit niveau);

c) Goed/fout, plus goede antwoord, plus aangepaste uitleg

Parameters:

- * star (wordt altijd aangeboden door het programma)
- * variabel (feedback kan door de leerling zelf worden uitgebreid naar dit niveau).

Het uitdoven van feedback is een variabele die, omwille van de eenvoudigheid van het onderzoek, niet expliciet is onderscheiden. In de literatuur (o.a. Merrill, 1983) wordt gesuggereerd dat de feedback na verloop van tijd zou moeten uitdoven, omdat de leerling anders "lui" wordt; hij weet immers dat er toch een uitgebreide argumentatie komt over het gegeven antwoord.

Tabel I (zie volgende pagina) geeft een overzicht van de in dit hoofdstuk besproken dimensies en parameters.

Tabel I Dimensies, niveaus en parameters van een instructie template.

Dimensie	Individualisatie →		Star	Variabel	
	Niveau			Adaptief	Leerlingcontrole
Lesstructuur	Volgorde onderdelen		Vooraf bepaald	Wordt tijdens de les door het programma bepaald	Wordt tijdens de les door de leerling bepaald
	Herhaling instructie-onderwerpen		Niet mogelijk	Wordt door het programma bepaald	Wordt tijdens de les door de leerling bepaald
Lesinhoud	Instructie		Vooraf bepaald	Niet van toepassing ¹	Uitbreidbaar/afbrekbaar door de leerling
	Oefening		Vooraf bepaald	Uitbreidbaar/afbrekbaar door het programma	Uitbreidbaar/afbrekbaar door de leerling
Feedback	Goed/Fout, Plus Goede Antwoord		Vooraf bepaald en automatisch aangeboden	Niet van toepassing ²	Niet van toepassing ²
	Goed/Fout, Plus Goede Antwoord, Plus Standaard Uitleg		Vooraf bepaald en automatisch aangeboden	Niet van toepassing ³	Uitbreidbaar naar hoger niveau door de leerling
	Goed/Fout, Plus Goede Antwoord, Plus Aangepaste Uitleg		Vooraf bepaald en automatisch aangeboden	Niet van toepassing ³	Uitbreidbaar naar hoger niveau door de leerling

¹ Alleen de oefeningen zijn adaptief aan de prestatie van de leerling² Dit niveau van feedback wordt altijd standaard aangeboden door het programma³ Feedback die is aangepast aan de prestatie van de leerling kan ofwel standaard aangeboden worden, ofwel opgevraagd worden door de leerling zelf. Er zijn geen andere mogelijkheden.

5 BESCHRIJVING VAN DE TEMPLATES

Gegeven de dimensies, niveaus en parameters (zoals geïdentificeerd in hoofdstuk 4) is het mogelijk om, op basis van literatuur en eigen ervaring, verschillende templates te ontwikkelen voor elk type cognitieve leerdoel. Het aantal mogelijke templates is groot. Het probleem is dat deze onderling nogal kunnen verschillen in zowel effectiviteit als efficiëntie. Daarom worden enkele gerichte keuzes gemaakt wat betreft het aantal en de aard van de templates. Gekozen wordt om, afhankelijk van het type leerdoel, drie à vier templates te ontwikkelen. Door een klein aantal, systematisch en voldoende van elkaar afwijkende templates per type leerdoel te ontwikkelen en te toetsen, is het mogelijk een eerste (empirisch gefundeerde) uitspraak te doen over de effectiviteit en efficiëntie van instructiestrategieën.

Een eerste template zou als vrij star (op alle dimensies) te omschrijven moeten zijn, een tweede template zou zo adaptief mogelijk moeten zijn, een derde template zou zoveel mogelijk leerlingcontrole moeten omvatten, en een vierde template tenslotte zou elementen van zowel adaptiviteit als leerlingcontrole moeten bevatten. Deze laatste variant is het meest verwant met ontdekkend leren: adaptiviteit is hier belangrijk om de leerling goed te kunnen ondersteunen tijdens zijn leerproces.

In dit hoofdstuk worden de templates beschreven die voor elk type cognitief leerdoel zijn ontwikkeld. Dit gebeurt achtereenvolgens voor feiten (§ 5.1), concepten (§ 5.2), procedures (§ 5.3), en principes (§ 5.4). Per type leerdoel worden de karakteristieke kenmerken omschreven en worden mogelijke wijzen van instructie en oefening gegeven (zie ook hoofdstuk 2). Voor een uitgebreider beschrijving wordt verwezen naar een eerder rapport (Van Berlo & Verstegen, 1995). Elke paragraaf wordt afgesloten met een beschrijving van de verschillende templates die zijn geformuleerd voor het betreffende type leerdoel. Per template worden de verschillende dimensies (Structuur, Inhoud, Feedback) besproken, waarin de keuzes op de dimensie Individualisatie zijn geïntegreerd. Elk eerste template bij een type leerdoel is het meest starre en dient als basis- of controle-template, en elk vierde template is de meest vrije. Elk template heeft een code: **F**{x} voor **Feiten**, **C**{x} voor **Concepten**, **Po**{x} voor **Procedures** en **Pi**{x} voor **Principes**, waarbij x staat voor het nummer van het template.

5.1 Feiten

Omschrijving

Een feit geeft (meestal) een relatie aan tussen twee symbolen, een symbool en een object, of een symbool en een gebeurtenis, etcetera (zie § 2.3). Feiten hebben geen voorbeelden; ze staan op zich zelf. Het leren van de ene set van feiten heeft geen invloed op het leren van de andere set. Het heeft weinig zin om een leerling feiten te laten ontdekken: ze hebben namelijk geen intrinsieke betekenis, ze zijn zoals ze zijn. Ontdekkend leren van feiten is dus niet zinvol. Feiten moeten op een dusdanige wijze geïnstrueerd worden dat ze gemakkelijk "uit het hoofd" geleerd kunnen worden. Om de kennis te toetsen (of er mee te oefenen) ligt het het meest voor de hand om van een dergelijk paar slechts een helft te presenteren en de

leerling de andere te laten geven. De feedback bestaat hooguit uit kwalitatieve informatie (goed/fout) en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

Feiten kunnen geleerd worden door presentatie en daarna overhoren (recall) met feedback. Een groep feiten wordt beter onthouden als er een of andere voor de leerling betekenisvolle structuur aan wordt gehangen: bijvoorbeeld de namen van onderdelen worden getoond op een afbeelding van het apparaat, geschiedenisfeiten worden chronologisch aangeboden. Als zo'n structuur niet voorhanden is (of te ingewikkeld) kan het leren vergemakkelijkt worden door het aanbieden van ezelsbruggetjes. Van belang is zoveel mogelijk gelijktijdige presentatie van de "delen" van het feit, bijvoorbeeld: object plus naam. Bij het oefenen en toetsen is het van belang de richting (welk deel wordt overhoord?) taakgericht te houden. Een monteur moet onderdelen kunnen benoemen; een magazijnbediende moet, gegeven de naam van een onderdeel, het onderdeel kunnen pakken. De monteur moet dus bij een (plaatje van een) onderdeel de naam kunnen noemen, de magazijnbediende moet na het geven van de naam het onderdeel aan kunnen wijzen. Op dezelfde wijze is het minder zinvol bij rangen te laten aangeven welke rangonderscheidingstekens erbij horen. Voor een militair is het belangrijker bij een rangonderscheidingsteken te kunnen aangeven welke rang ermee wordt aangeduid. Gestreefd moet worden naar 100% correctheid en onmiddellijke antwoorden.

Templates

Omdat voor feiten ontdekkend leren niet effectief is, is hier geen vrij template ontwikkeld. Voor feiten zijn daarom in totaal drie templates uitgewerkt².

Template F1: Het eerste template is als volgt ontworpen (zie Figuur 2).

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast; er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefeningen staat vast.

Feedback:

- De inhoud van de feedback staat vast: er wordt alleen aangegeven of het antwoord goed of fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

² De vraag is of we, omwille van de consistente opbouw van de mini-leertrajecten, hier toch een vierde template moeten ontwikkelen.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie- onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast		
	oefeningen: vast		
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord		

Fig. 2 Een star template voor feiten (F1).

Bijvoorbeeld: het leren van rangonderscheidingstekens. Instructie wordt aangeboden in de vorm van plaatjes van de tekens met daarbij de rang die erbij hoort, gegroepeerd in onderofficieren en officieren, en oplopend in rang. De verschillen tussen de tekens (b.v. die van een sergeant en die van een sergeant-majoor) worden benadrukt. Alles wordt één keer gepresenteerd. Daarna volgt de oefening waarbij de rangonderscheidingstekens worden aangeboden en de leerling moet antwoorden welke rang daarbij hoort. Na elk antwoord wordt aangegeven of het antwoord goed of fout was. De leerling moet een vaste set van vragen maken.

Template F2: Het tweede template wijkt op twee punten af van het eerste template (zie Fig. 3). Ten eerste zijn in dit template de inhoud en aantal van de oefeningen niet vast, maar adaptief aan de prestatie van de leerling: oefeningen die fout worden gemaakt worden relatief vaker aangeboden, totdat de leerling een voldoende mate van beheersing heeft. Ten tweede is de feedback uitgebreid met (na een fout antwoord) de mededeling wat het goede antwoord had moeten zijn.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast; er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefening is adaptief aan de prestatie van de leerling.

Feedback:

- De inhoud van de feedback staat vast: er wordt aangegeven of het antwoord goed of fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie-onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast	oefeningen: variabel	
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord		

Fig. 3 Een adaptief template voor feiten (F2).

Bijvoorbeeld: het leren van rangonderscheidingstekens. De instructie is gelijk aan het voorbeeld bij template F1. Na de instructie volgen oefeningen waarbij de rangonderscheidingstekens worden aangeboden en de leerling moet antwoorden welke rang daarbij hoort. Na elk antwoord wordt aangegeven of het antwoord goed of fout was, plus (bij een fout antwoord) wat het juiste antwoord had moeten zijn. Oefeningen die goed³ worden gemaakt (oftewel: goede herkenning) worden niet meer aangeboden, terwijl op de rangonderscheidingstekens waar de leerling moeite mee heeft extra wordt geoefend. De oefenfase duurt net zo lang totdat de leerling een voldoende mate van beheersing heeft bereikt.

Template F3: Het derde template wijkt op een aantal punten af van het basis-template (zie Fig. 4). De volgorde van de onderdelen van de les is vrij: er wordt wel begonnen met instructie, maar vervolgens kan de leerling zelf beslissen of hij oefeningen of direct de test gaat maken. Ook kan hij kiezen of hij eerst instructie-onderdelen wil herhalen voordat hij gaat oefenen of toetsen. Tijdens de oefeningen heeft de leerling de mogelijkheid om opnieuw instructie te volgen. De inhoud van de instructie is variabel: de leerling kan zelf aangeven of hij bepaalde onderdelen wil overslaan. De inhoud van en het aantal oefeningen wordt bepaald door de leerling zelf. De feedback bestaat uit de mededeling dat het antwoord goed of fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan niet in een vaste volgorde, behalve dat het eerste onderdeel de instructie is.
- Het is mogelijk om reeds gevolgde instructie-onderwerpen te herhalen.

³ Voor alle oefeningen in alle templates van elk leerdoel geldt dat er duidelijke normen moeten worden geformuleerd.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie is vast: er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefeningen is variabel, en wordt bepaald door de leerling zelf.

Feedback:

- Standaard wordt aangegeven of het antwoord goed/fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

Individualisatie		
	Star	Adaptief
Structuur		Leerlingcontrole
		volgorde: variabel herhaling van instructie- onderwerpen is mogelijk
Inhoud	instructie: vast	oefeningen: variabel
Feedback	goed/fout	
	plus goede antwoord	

Fig. 4 Een leerlingcontrole template voor feiten (F3).

Bijvoorbeeld: het leren van rangonderscheidingstekens. De leerling kan zelf de omvang (uitgebreidheid) van de instructie bepalen. Eventueel kan hij een deel van de instructie overslaan (b.v. de rangonderscheidingstekens van de onderofficieren). De leerling kan zoveel oefeningen opvragen als hij zelf wil, en hij kan ook kiezen welke oefeningen (b.v. alleen met betrekking tot de hogere officieren) hij wil maken. Tijdens het oefenen heeft hij de mogelijkheid om terug te gaan naar de instructie. Na elke oefening wordt aangegeven of het antwoord goed/fout was. De leerling kan zelf, als hij daar behoefte aan heeft, bij het foute antwoord opvragen wat het juiste antwoord had moeten zijn. De lengte van de gehele les wordt dus door de leerling zelf bepaald.

5.2 Concepten

Omschrijving

Een klasse van objecten die met dezelfde naam worden aangeduid omdat zij min of meer dezelfde eigenschappen bezitten, wordt een concept genoemd (zie § 2.3). Concepten maken vaak deel uit van een hiërarchie; dat wil zeggen dat het concept zelf een instantie is van een ander concept. Bijvoorbeeld: een tank is een rupsvoertuig, een rupsvoertuig is een pantservoertuig, een pantservoertuig is een mobiel wapensysteem. Een concept wordt meestal

aangeduid met een definitie. Van een concept moet bekend zijn wat de naam is, van welke klasse het deel uitmaakt, welke eigenschappen het heeft, en wat de relaties tussen die eigenschappen zijn. Tijdens de instructie moeten verschillende voorbeelden, maar ook niet-voorbeelden, aan bod komen van het behandelde concept zodat de leerling een zo uitgebreid mogelijke representatie ervan opbouwt (generalisatie en discriminatie).

Een concept kan concreet of abstract zijn. Voor concrete concepten kan meestal geen sluitende definitie gegeven worden. Prototypische afbeeldingen kunnen dan uitkomst bieden. Definities kunnen ook niet gebruikt worden als ze voor de leerling niet begrijpelijk zijn (b.v. omdat hij niet alle woorden of concepten kent die in de definitie gebruikt worden. Als de definitie wel wordt gebruikt moet tevoren gecontroleerd worden of de leerling over de nodige voorkennis beschikt om de definitie te kunnen begrijpen. Beheersing van een concreet concept hangt af van het aanbieden van voldoende voorbeelden/instanties van het betreffende concept om de leerling in staat te stellen een zo goed mogelijke representatie ervan op te bouwen. Indien het een abstract concept betreft wordt gebruik gemaakt van "woordelijke" definities/taal: het ene concept wordt gebruikt om het andere concept aan te leren.

Concepten leren gaat in fasen: vanuit een definitie het vervolgens laten aangeven of een voorbeeld wel/niet onder het concept valt. Er moet worden begonnen met de meest typische voorbeelden en niet-voorbeelden, later gevolgd door meer a-typische voorbeelden en niet-voorbeelden. Er moet veelvuldig feedback worden gegeven om de vorming van misconcepties te verhinderen. Voorbeelden van het ene concept kunnen dienen als non-voorbeelden van het andere.

Er zijn verschillende mogelijkheden om feedback te geven. In feedback tijdens de oefeningen moet in ieder geval aangeven worden of het gegeven antwoord goed of fout is, en, als het fout is, ook wat het goede antwoord had moeten zijn. Hierin wordt de aandacht gevestigd op de karakteristieke, onderscheidende kenmerken: met andere woorden, waaraan de leerling kan zien wat het goede antwoord is. Na verloop van tijd zou deze vorm van feedback echter geleidelijk aan moeten verdwijnen omdat de leerling minder zijn best gaat doen als hij weet dat toch een uitgebreide uitleg volgt. Deze aanname kan geverifieerd worden door te controleren in hoeverre de leerling de mogelijkheden benut om aanvullende (standaard of aangepaste) feedback op te vragen.

Een ontdekkende strategie zou eveneens geschikt kunnen zijn voor het leren van concepten. In dat geval wordt een aantal voorbeelden gegeven en kan de leerling zelf ontdekken op welke aspecten zij overeenkomen, c.q. verschillen van non-voorbeelden. Dit proces moet wel goed begeleid worden door middel van op het prestatieniveau van de leerling afgestemde oefeningen en feedback.

Om te toetsen of de leerling een concept beheerst, moeten nieuwe items aangeboden worden die door de leerling geclassificeerd moeten worden. Dit zou op de volgende manier kunnen gebeuren: de leerling moet aangeven of het item wel/niet een voorbeeld van het geleerde concept is. Ook zou de leerling kunnen aangeven waarom het wel/niet een voorbeeld is, of er kunnen vragen worden gesteld over de kenmerken van een concept. Een andere manier is de leerling vragen naar de naam van het voorbeeld: dit is een <...>. Meer basaal is het

vragen naar een definitie. De voorwaarden voor het toepassen van een “conceptuele cognitieve vaardigheid” zijn dus het (al dan niet letterlijk) herinneren van de definitie, en/of het herkennen van de klasse en (relaties tussen) eigenschappen.

Templates

Voor concepten (en de overige typen leerdoelen) is het niet mogelijk om, zoals bij feiten, op voorhand mogelijke templates uit te sluiten op basis van specifieke eigenschappen. Voor de overige leerdoelen zijn dus wel vier, voldoende van elkaar verschillende, templates ontworpen.

Template C1: Het eerste template is als volgt ontworpen (zie Fig. 5).

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast: er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefeningen staat vast.

Feedback:

- De inhoud van de feedback staat vast; er wordt aangegeven of het antwoord goed of fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie-onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast		
	oefeningen: vast		
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord		

Fig. 5 Een star template voor concepten (C1).

Bijvoorbeeld: het leren herkennen van militaire voertuigen. Tijdens de instructie wordt een definitie van militaire voertuigen gegeven, met daarbij aangegeven de karakteristieke kenmerken (b.v. typische vorm, kanon, rupsbanden, boegwolfkeerplaat, uitlaat, herkenningsplaten), en de plaats van de onderdelen aan het voertuig. Prototypische voorbeelden en niet-voorbeelden worden besproken, gevolgd door minder eenduidige voorbeelden, waarbij de

distinctieve kenmerken worden benadrukt. Er wordt geoefend met een vast aantal opgaven. In deze oefeningen kan worden gevraagd naar de definitie van militaire voertuigen, het kunnen onderscheiden van militaire en niet-militaire voertuigen, en het kunnen identificeren van militaire voertuigen. Er wordt kwalitatieve feedback aangeboden (goed/fout), aangevuld met het goede antwoord indien er een fout antwoord is gegeven.

Template C2: Het tweede template wijkt op twee punten af van het eerste template (zie Fig. 6). Ten eerste zijn de oefeningen aangepast aan de prestaties van de leerling: oefeningen die niet goed worden gemaakt, worden relatief vaker aangeboden dan oefeningen die de leerling wel beheerst. Ten tweede is de feedback uitgebreider. Behalve de mededeling dat het antwoord goed/fout is, en wat het goede antwoord had moeten zijn, wordt aan het specifieke antwoord van de leerling aangepaste feedback gegeven.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast: er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefeningen is adaptief aan de prestatie van de leerling.

Feedback:

- De uitgebreidheid van de feedback wordt aangepast aan de prestatie van de leerling: er wordt aangegeven of het antwoord goed/fout is en wat het goede antwoord had moeten zijn, aangevuld met aangepaste (adaptieve) uitleg.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie-onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast	oefeningen: variabel	
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord	plus aangepaste uitleg	

Fig. 6 Een adaptief template voor concepten (C2).

Bijvoorbeeld: het leren herkennen van militaire voertuigen. De beschikbare instructie is identiek aan die in het voorbeeld bij het eerste template. De leerling maakt een aantal oefeningen (b.v. het geven van een definitie, het onderscheiden van militaire en niet-militaire voertuigen, identificeren van militaire voertuigen); het type opgave wordt echter bepaald

door de prestaties van de leerling. Er wordt kwalitatieve feedback aangeboden, met bij een fout antwoord wat het goede antwoord had moeten zijn, en een aangepaste uitleg over waarom het gegeven antwoord fout was. De les duurt net zo lang tot een vooraf gestelde norm is gehaald: het aantal oefeningen is dus variabel en is afhankelijk van de prestaties van de leerling.

Template C3: Het derde template wijkt op een aantal punten af van het eerste template (zie Fig. 7). Hoewel ook hier de volgorde van lesonderdelen vast staat, heeft de leerling de mogelijkheid reeds gevolgde instructie-onderwerpen te herhalen. Bovendien kan hij extra informatie opvragen tijdens de instructie (die dus variabel is). Het aantal en type oefeningen (b.v. alleen tanks, alleen gevechtshelikopters) kan door de leerling zelf bepaald worden. Tenslotte kan de leerling wat betreft de feedback zelf kiezen of hij, naast de goed/fout-indicatie plus wat het goede antwoord had moeten zijn, ook nog een standaard uitleg aangeboden wil krijgen over de argumentatie achter het goede antwoord.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Het is mogelijk reeds gevolgde instructie-onderwerpen te herhalen.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie is variabel: de leerling kan zelf bepalen of hij extra informatie opvraagt.
- Het aantal en type oefeningen wordt door de leerling zelf bepaald.

Feedback:

- Steeds wordt vermeld of het antwoord goed/fout is plus wat het goede antwoord had moeten zijn. De leerling kan de feedback zelf uitbreiden met een (standaard) uitleg van het goede antwoord.

Individualisatie		
	Star	Adaptief
Structuur	volgorde: vast	herhaling van instructie-onderwerpen is mogelijk
Inhoud		instructie: variabel oefeningen: variabel
Feedback	goed/fout plus goede antwoord	plus standaard uitleg

Fig. 7 Een leerlingcontrole template voor concepten (C3).

Bijvoorbeeld: het leren herkennen van militaire voertuigen. De beschikbare instructie is identiek aan die in het voorbeeld bij het eerste template. Als de leerling echter behoefte aan meer informatie heeft kan hij extra instructie opvragen (b.v. wat is de dracht van het wapen, in welke landen wordt de Leopard-tank gebruikt) of reeds gevolgde instructie-onderwerpen

herhalen. Het aantal en type oefeningen wordt door de leerling zelf bepaald (b.v. alleen opgaven met warmtebeeldopnamen, of alleen rupsvoertuigen). Er wordt kwalitatieve feedback aangeboden plus wat het goede antwoord had moeten zijn. De leerling kan zelf bepalen of hij de feedback uitbreidt met een standaard uitleg over de argumentatie achter het goede antwoord. De leerling stopt met oefenen en begint met de toets als hij van mening is dat hij de stof voldoende beheerst.

Template C4: Het vierde en laatste template is een zogenaamde “vrij” template en verschilt op alle punten van het eerste template (zie Fig. 8). Er is geen vaste volgorde van de lesonderdelen; de leerling bepaalt of hij eerst instructie wil volgen, of oefeningen of de toets wil maken, en hoe lang deze onderdelen duren (hij kan deze, behalve de toets, afbreken). Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk. Als de leerling wil kan hij tijdens de instructie extra informatie opvragen. Het type oefenopgaven is adaptief aan de prestatie van de leerling: fout gemaakte opgaven worden relatief vaker aangeboden. In principe wordt geoefend totdat de leerling een voldoende mate van beheersing heeft bereikt; de leerling kan de oefenfase echter afbreken wanneer hij dat wil. De feedback bevat, behalve de mededeling goed/fout plus wat het goede antwoord had moeten zijn, aan de fout van de leerling aangepaste uitleg: de leerling kan echter zelf beslissen of hij deze uitbreiding van de feedback wil opvragen.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan niet in een vaste volgorde: deze wordt bepaald door de leerling zelf.
- Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie is variabel: de leerling heeft de mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Het aantal en de inhoud van de oefening is variabel (zowel adaptief als leerlingcontrole): het aantal (de lengte van de oefenfase) wordt door de leerling zelf bepaald, terwijl de inhoud van de oefeningen (het type oefeningen) adaptief door het programma wordt bepaald op grond van de prestaties van de leerling.

Feedback:

- Het niveau van de feedback is variabel. Steeds wordt vermeld of het antwoord goed/fout is en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn. Bovendien heeft de leerling de mogelijkheid om aan zijn antwoorden aangepaste uitleg op te vragen.

Individualisatie		
	Star	Adaptief
Structuur		volgorde: variabel herhaling van instructie- onderwerpen is mogelijk
		oefeningen: variabel
Inhoud		oefeningen: variabel
Feedback	goed/fout	plus aangepaste uitleg
	plus goede antwoord	

Fig. 8 Een vrij template voor concepten (C4).

Bijvoorbeeld: het leren herkennen van militaire voertuigen. De leerling kan kiezen of hij eerst instructie wil volgen of direct oefeningen of zelfs de toets wil maken (b.v. bij een groep ex-dienstplichtigen met veel voorkennis). De hoeveelheid instructie staat onder leerlingcontrole: de leerling bepaalt zelf of hij extra informatie wil opvragen, en hoe lang de totale instructie duurt. De totale duur van de oefeningen wordt eveneens door de leerling bepaald. Het type opgave is afhankelijk van de prestaties van de leerling: fout gemaakte oefeningen (b.v. verwarren van de PRAT en de PRTL) worden relatief vaker aangeboden. Als feedback wordt aangepaste uitleg gegeven om de leerling goed te kunnen begeleiden in dit (min of meer zelfontdekkend) leertraject (b.v. aangeven van de meest opvallende verschillen tussen twee specifieke voertuigen). De leerling kan echter zelf bepalen of hij deze uitbreiding van de feedback opvraagt.

5.3 Procedures

Omschrijving

Procedures bestaan uit een aantal stappen die in een bepaalde volgorde moeten worden uitgevoerd. Stappen kunnen handelingen zijn, maar ook het nemen van beslissingen (zie § 2.3). Als een procedure niet één wijze van uitvoering heeft, maar er verschillende varianten mogelijk zijn, moeten op bepaalde momenten in de uitvoering beslissingen worden genomen over de meest adequate vervolgstappen, afhankelijk van de specifieke situatie. De essentie van een procedure is het doel ervan (wat is het resultaat van de uitvoering), de naam, uit welke stappen de procedure bestaat en in welke volgorde ze uitgevoerd moeten (c.q. kunnen) worden, en de beslissingen die tijdens de uitvoering genomen moeten worden. Er zijn drie manieren om een procedure aan te leren⁴:

⁴ Overigens worden deze varianten niet systematisch gevarieerd. Het streven zou moeten zijn om slechts één methode in de experimenten te gebruiken.

- "Parts methode": elke stap apart aanleren, daarna alle stappen aan elkaar verbinden ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow ABC$).
- "Progressive parts methode": steeds een stap erbij nemen ($A \rightarrow B \rightarrow AB \rightarrow C \rightarrow ABC$).
- "Backward chaining": met de laatste stap beginnen en steeds de voorafgaande stap erbij nemen ($C \rightarrow B \rightarrow BC \rightarrow A \rightarrow ABC$).

Bij beslispunten moet duidelijk worden gemaakt welke gevolgen de beslissingen hebben (volgen van een specifieke deelprocedure). De leerling moet leren welke keuzen er op een beslispunt gemaakt kunnen worden (welke alternatieve deelprocedures [ABC of XYZ] te volgen), voordat een juiste keuze kan worden gemaakt.

Vaak wordt er voor gekozen om de leerling eerst, door middel van een demonstratie, te laten zien wat de standaard-uitvoering van de procedure is, gevolgd door enkele alternatieven. Lange en/of complexe procedures kunnen in kleinere eenheden (deelprocedures) worden opgedeeld en eerst afzonderlijk worden aangeleerd; daarna zouden pas de betreffende beslispunten (op basis waarvan de specifieke uitvoering van de procedure plaatsvindt) behandeld kunnen worden.

Mogelijkheden om te toetsen of de leerling de procedure beheerst zijn de leerling zelf laten beslissen wanneer welke stap uitgevoerd moet worden binnen een procedure, of laten beoordelen of een procedure al dan niet goed is uitgevoerd door een model (evt. aangeven waarom wel/niet), de leerling de procedure te laten beschrijven, een flow-chart te laten tekenen of de stappen van de procedure in de juiste volgorde te laten zetten. Maar ook moet de leerling kunnen beslissen wanneer wel of niet een bepaalde procedure moet worden uitgevoerd, en welke procedure uitgevoerd moet worden. Als verlangd wordt dat de procedure geautomatiseerd moet worden toegepast, vereist dit veel oefening door de leerling.

Feedback kan op verschillende momenten gegeven worden: direct na elke stap, alleen na een foute stap, pas na een kritische fout, na een aantal fouten, aanvankelijk na elke stap en geleidelijk aan minder vaak (uitdoven), na de hele uitvoering van de procedure. Waarschijnlijk is dit afhankelijk van het type taak, en het gewenste niveau van beheersing. Hier zijn in de literatuur echter geen eenduidige aanwijzingen voor.

Als de concepten (voorwaardelijke kennis over b.v. bedieningspanelen) reeds bekend zijn, dan kan een discovery-benadering gewenst zijn met het oog op bevordering van de retentie. Een goede ondersteuning (coaching) is dan wel noodzakelijk. Is deze voorkennis niet/deels aanwezig, of als deze snel vergeten kan worden, dan lijkt een expositive benadering het meest geschikt.

Templates

Omwille van de eenvoud is de timing van de feedback niet gevarieerd: na een fout antwoord wordt direct feedback gegeven.

Template Po1: Het eerste template is als volgt ontworpen (zie Fig. 9):

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast: er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel het aantal als de inhoud van de oefeningen staat vast.

Feedback:

- Er wordt standaard aangegeven of het antwoord goed/fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie-onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast		
	oefeningen: vast		
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord		

Fig. 9 Een star template voor procedures (Po1).

Bijvoorbeeld: het demonteren, schoonmaken en monteren van een UZI. De instructie bestaat uit het tonen van (een video van) het modelgedrag: de juiste stappen en de uitkomsten van die stappen worden toegelicht. Vervolgens maakt de leerling enkele oefeningen (b.v. aangeven van de juiste volgorde van handelingen, aangeven of een model het juiste gedrag heeft vertoont, aangeven van de veiligheidsmaatregelen). Na het aangeven van een foute stap in de procedure krijgt de leerling direct feedback: aangegeven wordt wat fout is, en wat wel de juiste handeling had moeten zijn (b.v. eerst de veiligheidsmaatregelen uitvoeren voordat het wapen in hoofdgroepen uiteen wordt genomen). Vervolgens moet de leerling de uitvoering van de procedure opnieuw starten.

Template Po2: Het tweede template wijkt op twee punten af van het eerste template (zie Fig. 10). De inhoud van de oefeningen is afhankelijk van de prestatie van de leerling: fout gemaakte vragen worden relatief vaker aangeboden dan de vragen die goed worden beantwoord. Als bij de uitvoering van de procedure een fout wordt gemaakt, dan moet de leerling eerst de uitvoering van de betreffende stap oefenen. De oefenfase gaat net zo lang door totdat de leerling de procedure helemaal foutloos kan uitvoeren. Ten tweede wordt aan het

type fout aangepaste feedback gegeven: er wordt specifiek vermeld waarom het gegeven antwoord niet goed is, wat het juiste antwoord had moeten zijn, en waarom het juiste antwoord wel correct is.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast: er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel het aantal als de inhoud van de oefeningen zijn variabel, en worden bepaald door de prestaties van de leerling.

Feedback:

- Behalve de mededeling dat het antwoord goed/fout is, en wat het goede antwoord had moeten zijn, wordt aan de specifieke fout aangepaste uitleg gegeven.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie-onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast	oefeningen: variabel	
	oefeningen: vast		
Feedback	goed/fout	plus aangepaste uitleg	
	plus goede antwoord		

Fig. 10 Een adaptief template voor procedures (Po2).

Bijvoorbeeld: het demonteren, schoonmaken en monteren van een UZI. De instructie is identiek aan de beschrijving bij het eerste template. Na de instructie maakt de leerling verschillende oefeningen. Als hij een foute stap maakt krijgt hij direct aangepaste feedback waarin wordt uitgelegd waarom dit een foute stap was, en wat de juiste stap had moeten zijn. Na de feedback moet de leerling de betreffende stap opnieuw volgen en vervolgens de rest van de procedure uitvoeren. Deze oefening wordt net zo lang herhaald totdat de leerling de hele procedure foutloos kan uitvoeren.

Template Po3: Het derde template wijkt op een aantal punten af van het eerste (zie Fig. 11). Ten eerste heeft de leerling de mogelijkheid om reeds gevolgde instructie te herhalen voordat hij begint met het maken van oefeningen. Bovendien heeft hij de mogelijkheid om extra informatie op te vragen tijdens de instructie. De inhoud van de oefeningen is eveneens afhankelijk van de leerling: hij kan elk deel van de procedure oefenen zoveel hij wil. De

duur van de totale oefenfase wordt bepaald door de leerling zelf. Bij een fout antwoord heeft de leerling de (facultatieve) mogelijkheid om standaard-uitleg op te vragen waarom het juiste antwoord daadwerkelijk het correcte is.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie is variabel: de leerling heeft de mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel het aantal als de inhoud van de oefeningen wordt door de leerling zelf bepaald.

Feedback:

- Steeds wordt aangegeven of het antwoord goed/fout is, en, bij een fout antwoord, wat het juiste antwoord had moeten zijn. Bovendien krijgt de leerling de mogelijkheid om een standaard uitleg over het goede antwoord op te vragen.

Individualisatie		
	Star	Adaptief
Structuur	volgorde: vast	
Inhoud		
Feedback	goed/fout plus goede antwoord	

Fig. 11 Een leerlingcontrole template voor procedures (Po3).

Bijvoorbeeld: het demonteren, schoonmaken en monteren van een UZI. De instructie is identiek aan de beschrijving bij het eerste template, behalve dat de leerling de mogelijkheid heeft bepaalde onderdelen te herhalen (b.v. het reinigen van de loop, het vastmaken van de veiligheidspal). Tevens kan hij extra informatie opvragen (b.v. de werking van onderdelen/mechanismen van het machinepistool). Tijdens de oefenfase maakt de leerling verschillende oefeningen, en kan hij zelf aangeven welke stappen van de procedure hij wil oefenen. Bovendien kan de leerling zelf bepalen hoe lang er in totaal wordt geoefend. Hij krijgt direct feedback als hij een foute stap maakt. De leerling heeft de mogelijkheid extra feedback op te vragen over de argumentatie achter het juiste antwoord (b.v. onderdeel X kan pas gemonteerd worden als onderdeel Y is gemonteerd). Elke stap in de procedure kan herhaald worden als de leerling dat wil. Na de feedback kan de leerling zelf beslissen of hij de uitvoering van de procedure hervat, of dat hij opnieuw begint.

Template Po4: Het vierde template wijkt geheel af van het eerste template (zie Fig. 12). De volgorde van de onderdelen van de les is variabel: de leerling kan zelf bepalen of hij

instructie wil volgen, oefeningen wil maken, of de toets wil doen. Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk, evenals het opvragen van extra informatie. De inhoud van de oefeningen is eveneens variabel: het type oefeningen en de totale duur worden door de leerling bepaald. De feedback is adaptief aan de prestatie van de leerling: afhankelijk van het gegeven antwoord wordt aangepaste uitleg gegeven. De leerling kan echter zelf bepalen of hij deze feedback opvraagt.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan niet in een vaste volgorde: deze wordt bepaald door de leerling zelf.
- Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie is variabel: de leerling heeft de mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Het aantal en de inhoud van de oefening is variabel (zowel adaptief als leerlingcontrole): het aantal (de lengte van de oefenfase) wordt door de leerling zelf bepaald, terwijl de inhoud van de oefeningen (het type oefeningen) adaptief door het programma wordt bepaald op grond van de prestaties van de leerling.

Feedback:

- Het niveau van de feedback is variabel. Steeds wordt vermeld of het antwoord goed/fout is en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn. Bovendien wordt aan het antwoord van de leerling aangepaste uitleg gegeven.

Individualisatie		
	Star	Adaptief
Structuur		<div>volgorde: variabel</div> <div>herhaling van instructie-onderwerpen is mogelijk</div>
Inhoud		<div>oefeningen: variabel</div> <div>instructie: variabel</div> <div>oefeningen: variabel</div>
Feedback	<div>goed/fout</div> <div>plus goede antwoord</div>	<div>plus aangepaste uitleg</div>

Fig. 12 Een vrij template voor procedures (Po4).

Bijvoorbeeld: het demonteren, schoonmaken en monteren van een UZI. De leerling kan eerst instructie volgen, of direct beginnen met het maken van oefeningen of de toets. Tijdens de instructie kan hij extra informatie opvragen. De leerling kan zelf beslissen welke oefeningen hij wil maken, en welke delen van de procedure hij wil oefenen. Hij kan de oefeningen afbreken om instructie te gaan volgen. Er wordt adaptieve feedback aangeboden na het uitvoeren van een stap van de procedure. Deze feedback kan ook bestaan uit het

herhalen van delen van de instructie. De leerling kan echter zelf bepalen of hij deze uitbreiding van de feedback opvraagt. Na de feedback beslist de leerling of hij de uitvoering van de procedure hervat (met de verkeerd uitgevoerde stap), of dat hij opnieuw begint. De totale lengte van de les wordt dus bepaald door de leerling.

5.4 Principes

Omschrijving

Een principe geeft relaties aan tussen concepten. Principes kunnen vaak worden aangeduid met regels, die een "als → dan" relatie uitdrukken (hoewel niet alle als→dan regels principes zijn). Er zijn twee soorten van principes, namelijk declaratieve en handelingsgerichte principes. Een declaratief principe heeft betrekking op het kunnen herkennen van (causale) relaties tussen concepten, c.q. op het weten waarom iets gebeurt zoals het gebeurt of zal gebeuren na een bepaalde actie (zie § 2.3). Bijvoorbeeld: metaal zet uit bij stijging van de temperatuur, het warmtebeeld van de omgeving verandert in de loop van de dag omdat de ondergrond en vegetatie verschillend opwarmen, een nat wegdek leidt tot een langere remweg omdat de wrijvingsweerstand tussen band en weg lager is door de waterfilm ertussen, weten wat de filosofie achter een woonerf is. Een declaratief principe slaat niet op een actie van de functionaris zelf.

Een handelingsgericht principe heeft wel betrekking op de toepassing van bepaalde regels voor het handelen. Het geeft aan wat de consequenties zijn voor het gedrag. Meestal zal een handelingsgericht principe aangeleerd worden in combinatie met een declaratief principe. Bijvoorbeeld: het toepassen van de doctrine bij het maken van een gevechtsplan, het ontwerpen van een brug, het reorganiseren van een afdeling, het houden van een grotere volgfstand bij een nat wegdek.

Voor het leren van principes wordt vaak een ontdekkende strategie aangeraden omdat deze leidt tot beter onthouden, betere overdracht naar nieuwe situaties en gemakkelijker toepassen ervan dan aanbiedend leren (Halff, 1988; Romiszowski, 1984). Voorwaarde is dan dat het principe in de context is aangeleerd, meteen toegepast kan worden, en opnieuw kan worden afgeleid uit de leerstof als het is vergeten. Ontdekkend leren duurt echter veel langer, en moet alleen toegepast worden indien het praktisch en economisch mogelijk is. Zelf-ontdekkend leren moet van geval tot geval zorgvuldig worden afgestemd op de doelgroep: "welke taak wordt aangeleerd?", "welke kennis is al aanwezig?", "welke analogieën spreken aan?". Presenteer in dat geval verschillende voorbeelden en laat de leerling als het ware het principe "ontdekken".

Een meer aanbiedende vorm van leren is ook mogelijk. Herhaal dan de voorwaardelijke kennis (b.v. concepten, procedures), gebruik verschillende voorbeelden en verschillende manieren van uitleggen. Behandel ook veel voorkomende misconcepties. Vestig tijdens de instructie (voorbeelden) en de oefeningen de aandacht op kritische concepten en hun onderlinge relaties. Oefeningen kunnen bestaan uit het laten formuleren/omschrijven van het principe, de leerling laten uitleggen wat er gebeurt in een nieuw voorbeeld en waarom, of de leerling laten voorspellen wat er zal gebeuren in een nieuwe situatie.

Templates

Template Pi1: Het eerste template is als volgt ontworpen (zie Fig. 13).

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast: er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefeningen staat vast.

Feedback:

- De inhoud van de feedback staat vast: er wordt aangegeven of het antwoord goed/fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie-onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast		
	oefeningen: vast		
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord		

Fig. 13 Een star template voor principes (Pi1).

Bijvoorbeeld: weten dat je een militaire colonne niet mag doorsnijden. De instructie richt zich in eerste instantie op de relevante concepten (voorrang, militaire colonne). Vervolgens worden de voor dit principe relevante regels uitgelegd (wanneer wel en wanneer niet doorsnijden). Om te oefenen worden verschillende verkeerssituaties gepresenteerd waarbij een conflict met een militaire colonne zich voordoet. Vragen kunnen betrekking hebben op het aangeven van een mogelijke vervolgactie (b.v.: wat moet je nu doen?) of het beoordelen van een taakuitvoering (b.v.: heeft de automobilist hier goed gehandeld?). Er wordt een vaste set van oefeningen aangeboden.

Template Pi2: Het tweede template wijkt op twee punten af van het eerste (zie Fig. 14). Ten eerste staan in dit template de inhoud en het aantal oefeningen niet vast, maar zijn ze afhankelijk van de prestatie van de leerling: oefeningen die fout worden gemaakt, worden relatief vaker aangeboden. Bovendien wordt er net zo lang geoefend tot de leerling een

voldoende mate van beheersing heeft. Ten tweede is de feedback uitgebreid met een aan het gegeven antwoord aangepaste uitleg.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Er is geen herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie staat vast: er is geen mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefeningen is variabel: de oefeningen zijn adaptief aan de prestaties van de leerling.

Feedback:

- De feedback bestaat standaard uit de mededeling dat het antwoord goed/fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn. Bovendien wordt aangegeven waarom het gegeven antwoord fout is en wat de argumentatie achter het juiste antwoord is.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur	volgorde: vast		
	herhaling van instructie-onderwerpen is niet mogelijk		
Inhoud	instructie: vast	oefeningen: variabel	
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord	plus aangepaste uitleg	

Fig. 14 Een adaptief template voor principes (Pi2).

Bijvoorbeeld: weten dat je een militaire colonne niet mag doorsnijden. De instructie is identiek aan het voorbeeld bij het eerste template. Tijdens de oefenfase worden verschillende situaties aangeboden waarbij een conflict met een militaire colonne zich voordoet. Als blijkt dat de leerling het principe niet goed beheerst, worden extra situaties aangeboden die vergelijkbaar zijn met de eerder (fout) gemaakte oefeningen (b.v. alleen situaties waarbij de automobilist zich op een voorrangsweg bevindt). Bovendien wordt uitgelegd waarom het gegeven antwoord fout is. Er wordt net zo lang geoefend totdat de leerling het principe beheerst.

Template Pi3: Het derde template wijkt op een aantal punten af van het basis-template (zie Fig. 15). De leerling heeft de mogelijkheid om reeds gevolgde delen van de instructie te herhalen. De inhoud van de instructie kan bovendien door hem uitgebreid worden door extra

informatie op te vragen. De inhoud en het aantal oefeningen kan door de leerling zelf bepaald worden. De feedback kan door hem worden uitgebreid met een standaard uitleg over waarom het goede antwoord het juiste is.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan in een vaste volgorde.
- Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk.

Inhoud:

- De inhoud van de instructie is variabel: de leerling heeft de mogelijkheid om extra informatie op te vragen.
- Zowel aantal als inhoud van de oefeningen is variabel, en wordt bepaald door de leerling zelf.

Feedback:

- Steeds wordt aangegeven of het antwoord goed/fout is, en, bij een fout antwoord, wat het goede antwoord had moeten zijn. De leerling kan zelf bepalen of hij een standaard uitleg over de argumentatie achter het goede antwoord wil volgen.

Individualisatie		
	Star	Adaptief
Structuur	volgorde: vast	herhaling van instructie-onderwerpen is mogelijk
Inhoud		instructie: variabel oefeningen: variabel
Feedback	goed/fout plus goede antwoord	plus standaard uitleg

Fig. 15 Een leerlingcontrole template voor principes (Pi3).

Bijvoorbeeld: weten dat je een militaire colonne niet mag doorsnijden. De instructie is gelijk aan de beschrijving van het voorbeeld bij het eerste template, behalve dat de leerling reeds gevolgde onderwerpen kan herhalen. Bovendien kan hij extra informatie opvragen tijdens de instructie (b.v. hoe te handelen bij situaties met een onverharde weg, welke regels er gelden als het militair transport wordt begeleid door politie). Tijdens de oefenfase kan de leerling zelf bepalen welke oefeningen hij maakt. Het aantal oefeningen wordt bepaald door de leerling (hij kan deze fase afbreken). De leerling kan zelf bepalen of hij extra feedback opvraagt over de argumentatie achter het goede antwoord. De totale lengte van de les wordt dus bepaald door de leerling.

Template Pi4: Het vierde template wijkt geheel af van het eerste template (zie Fig. 16). De volgorde van de onderdelen van de les is vrij: de leerling kan zelf bepalen of hij instructie wil volgen, oefeningen wil maken, of de toets wil doen, en hoe lang elke fase van de les duurt (behalve de toets). Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk.

De inhoud van de oefeningen is eveneens variabel: het type oefeningen en de totale duur worden door de leerling bepaald. Tijdens de oefenfase kan de leerling beslissen om (opnieuw) instructie te volgen. De feedback is adaptief aan de prestatie van de leerling: afhankelijk van het gegeven antwoord wordt aangepaste uitleg gegeven. De leerling kan echter zelf bepalen of hij deze uitbreiding van de feedback opvraagt.

Structuur:

- De onderdelen van de les staan niet in een vaste volgorde: deze wordt bepaald door de leerling zelf.
- Herhaling van reeds gevolgde instructie-onderwerpen is mogelijk.

Inhoud:

- Zowel de inhoud als de duur van de instructie is variabel: deze worden bepaald door de leerling zelf.
- Het aantal en de inhoud van de oefening is variabel (zowel adaptief als leerlingcontrole): het aantal (de lengte van de oefenfase) wordt door de leerling zelf bepaald, terwijl de inhoud van de oefeningen (het type oefeningen) adaptief door het programma wordt bepaald op grond van de prestaties van de leerling.

Feedback:

- Het niveau van de feedback is vast: behalve de goed/fout indicatie, en wat het goede antwoord had moeten zijn, wordt aan het antwoord van de leerling aangepaste uitleg gegeven.

Individualisatie			
	Star	Adaptief	Leerlingcontrole
Structuur			volgorde: variabel
			herhaling van instructie-onderwerpen is mogelijk
Inhoud		oefeningen: variabel	instructie: variabel
			oefeningen: variabel
Feedback	goed/fout		
	plus goede antwoord		plus aangepaste uitleg

Fig. 16 Een vrij template voor principes (Pi4).

Bijvoorbeeld: weten dat je een militaire colonne niet mag doorsnijden. De leerling kan zelf beslissen of hij begint met oefenen of eerst (een deel van) de instructie wil volgen. Bij de instructie worden de relevante concepten en regels uitgelegd. Als de leerling er behoefte aan heeft kan hij deze herhalen, of extra informatie opvragen. Het type opgaven is adaptief aan de prestatie van de leerling: fout gemaakte opgaven worden relatief vaker aangeboden. De feedback is uitgebreid met aan het antwoord van de leerling aangepaste uitleg. De totale lengte van de les wordt dus bepaald door de leerling.

6 VERVOLG

De templates zoals omschreven in het vorige hoofdstuk zijn nog te algemeen van opzet om getoetst te kunnen worden. Het is evident dat het pas mogelijk is om heel specifiek de templates in te vullen als geschikte domeinen voorhanden zijn. Meer dan één domein is wenselijk omdat het dan beter mogelijk is om domein-onafhankelijke, en dus meer algemene, richtlijnen te formuleren. Binnen de domeinen moeten alle typen van cognitieve leerdoelen kunnen worden onderscheiden. Staf COKL is de meest aangewezen instantie om de domeinen te helpen inventariseren en te bemiddelen bij het verkrijgen van documentatie (functie-analyses, taakanalyses, leerdoelen, en/of lesmateriaal). Daarnaast lijkt ondersteuning door domein-experts en opleidingsontwikkelaars van OCa van belang voor controle en deels realisering van de instructiemodellen en de invulling ervan. De ontwikkelaars zijn tevens de doelgroep wat betreft de te ontwikkelen hulpmiddelen voor het classificeren van leerdoelen, en de templates.

Door de resultaten van verschillende templates te vergelijken kan per type leerdoel worden beslist welke van de voorgestelde instructietactieken aangeraden moet worden. Om het voor de proefpersonen interessant te houden lijkt het niet gewenst een puur heterogene verzameling leerdoelen als basis te nemen, maar uit te gaan van een aantal goed gekozen deeltaken en de daarbij behorende voorwaardelijke kennis en cognitieve vaardigheden. Voor elke deeltaak wordt een soort mini-leertraject ontwikkeld waarbinnen verschillende uitvoeringen van instructiemodellen kunnen voorkomen. Zo'n mini-leertraject (zowel feiten, concepten, procedures als principes) moet consistent zijn opgebouwd. De verschillende dimensies moeten daarom steeds op dezelfde wijze gevarieerd worden binnen een leertraject.

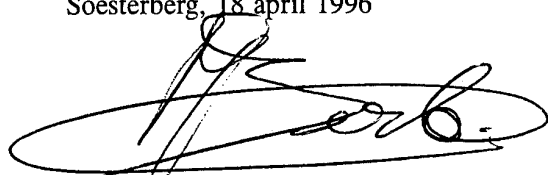
De experimentele toetsing van de verschillende instructiemodellen moet resulteren in uitspraken over de effectiviteit (worden de leerdoelen gehaald, en wordt de verworven kennis/vaardigheid toegepast in een taakconforme toetsopgave, en wordt het goed onthouden) en of dit op de meest efficiënte manier bereikt wordt (de minste leertijd, en het feitelijk gebruik van de template-mogelijkheden). Na deze toetsing is het mogelijk meer specifieke richtlijnen te geven voor het instructie-ontwerp en, op basis hiervan, functionele specificaties op te stellen voor de GOOS-tool.

REFERENTIES

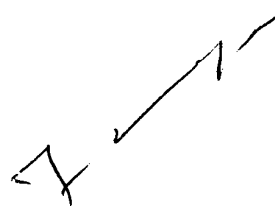
- Adams, J.A. (1987). Historical Review and Appraisal of Research on the Learning, Retention, and Transfer of Human Motor Skills. *Psychological Bulletin*, 101(1), 41-74.
- Arend, J.G.M. van der, Berlo, M.P.W. van, Klooster, G.P.J. van 't & Riemersma, J.B.J. (1994). *GOLMOS richtlijnen en tools*. Rapport FEL-94-A040, Den Haag: TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium.
- Berlo, M.P.W. van & Bosch, K. van den (1995). *Een didactisch model voor computer-ondersteund onderwijs in verkeertheorie*. Rapport TNO-TM 1995 A-75, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Berlo, M.P.W. van & Riemersma, J.B.J. (1995). *Een opleidingsontwikkelingssysteem voor gevanceerde onderwijsleermiddelen: richtlijnen voor het analysetraject*. Rapport TNO-TM 1995 A-16, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Berlo, M.P.W., van & Verstegen, D.M.L. (1995). *Richtlijnen voor het classificeren van leerdoelen en het ontwerpen van instructie*. Rapport TNO-TM 1995 A-64, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Chen, M. (1995). A Methodology for Characterizing Computer-based Learning Environments. *Instructional Science*, 23, 183-220.
- Cursusmap Instructeur II (1992). Grave: Opleidingscentrum Didactiek en Militair Leiderschap.
- Duchastel, P.C. (1990). Cognitive design for instructional design. *Instructional Science*, 19, 437-444.
- Gagné, R.M. (1985). *The Conditions of Learning and the Theory of Instruction*, 4-th edition. New York: Holt Rinehurst & Winston.
- Gustafson, K.L. & Reeves, T.C. (1990). IDioM: a platform for a course development expert system. *Educational Technology*, March, 19-25.
- Half, H.M. (1988). Curriculum and instruction in automated tutors. In: M.C. Polson, J.J. Richardson & E. Soloway (Eds.), *Foundations of Intelligent Tutoring Systems* (pp. 79-108). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Krol, J.D. (1994). Invoering Geïntegreerd Opleidings Ontwikkel Systeem. *COKL-blad*, juli, 8-10.
- Merrill, M.D. (1983). Component Display Theory. In: C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status* (pp. 279-333). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Muraida, D.J. & Spector, M. (1993). The Advanced Instructional Design Advisor. *Instructional Science*, 21, 239-253.
- Paske, B.-J. te (1995). *Kwaliteitsaspecten binnen GOOS*. Concept-rapport, Den Haag: TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium.
- Perez, R.S. & Seidel, R.J. (1990). Using artificial intelligence in education: computer-based tools for instructional development. *Educational Technology*, March, 51-58.
- Pirolli, P. (1991). Computer-aided instructional design systems. In: H. Burns, J.W. Parlett & C.L. Redfield (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems: Evolutions in Design* (pp. 105-125). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ree, A.J. (1993). Modellen voor COKL-onderwijs. *COKL-blad*, oktober, 1-6.
- Reigeluth, C.M., Merrill, M.D. & Bunderson, C.V. (1978). The Structure of Subject Matter Content and its Instructional Implications. *Instructional Science*, 7, 107-126.

- Romiszowski, A.J. (1984). *Producing Instructional Systems. Lesson Planning for Individualized and Group Learning Activities*. London: Kogan Page.
- Russell, D.M., Moran, T.P. & Jordan, D.S. (1988). The instructional-design environment. In: J. Psotka, L.D. Massey & S.A. Mutter (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems. Lessons Learned* (pp. 203-228). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sime, J.-A. & Leitch, R. (1992). *Multiple Models in Intelligent Training*. Paper presented at the 1st International Conference on Intelligent Systems Engineering, 19-21 August 1992, Edinburgh.
- Straetmans, G. (1989). Ontwerp-richtlijnen voor computer based training. *Opleiding & Ontwikkeling*, 4, 26-31.
- Straetmans, G. (1995). Adaptief toetsen: de hergeboorte van een oud principe. *Opleiding & Ontwikkeling*, 6, 23-29.
- Wetzel, C.D. (1993). Generative aspects of the Computer Based Educational Software System (CBESS). *Instructional Science*, 21, 269-193.

Soesterberg, 18 april 1996



Drs. M.P.W. van Berlo
(1^e auteur)



Dr. J.B.J. Riemersma
(projectleider)

REPORT DOCUMENTATION PAGE		
1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0154	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A020
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 788.3	5. CONTRACT NUMBER A94/KL/333	6. REPORT DATE 18 April 1996
7. NUMBER OF PAGES 46	8. NUMBER OF REFERENCES 25	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Interim
10. TITLE AND SUBTITLE Ontwikkeling van instructie-templates ten behoeve van computer-ondersteund onderwijs (Development of templates for computer-based training)		
11. AUTHOR(S) M.P.W. van Berlo, D.M.L. Verstegen and F. Korving		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) This study reports the development of templates for computer-based training (CBT). A template is a general instructional shell that is applicable at the level of one single learning objective. Because a template has a precise architecture, it can be easily implemented into a computer-based tool for the instructional developer. In this way the uniformity of instructional design within the Royal Netherlands Army (RNLA) can be supported. Besides, the developmental process can be passed through in a more efficient way. Based upon a taxonomy of learning objectives (Van Berlo & Verstegen, 1995) for the cognitive learning objectives several different types of templates have been designed. The first type of template is a fixed one, the second template is adaptive to the responses of the student, the third template contains characteristics of learner control, and, finally, the fourth templates comprises features of both adaptivity and learner control. This last type more or less resembles "discovery learning". Experimental testing of these different models of instructional design will result in findings regarding the effectiveness (do students master the learning objectives, what is the retention of the learned knowledge and skills) and efficiency (time used for instruction). Following the experimental research specific guidelines for instructional design will be presented, as well as, based upon these guidelines, functional specifications for the GOOS-tool.		
16. DESCRIPTORS Computer-Based Training Instructional Design Instructional Systems Development Template Tool		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda
9. Dr. J.D. Krol, Staf COKL, Afd. Plannen, Utrecht

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.